

A. J. KORNIENKO

**AMATEUR-
FERNSEHGERÄT
LTK-9**



FACHBUCHVERLAG GMBH LEIPZIG

A. J. KORNIENKO

AMATEUR-FERNSEHGERÄT LTK-9

A. J. KORNIENKO

AMATEUR- FERNSEHGERÄT LTK-9

MIT 50 ABBILDUNGEN UND 2 TAFELN



FACHBUCHVERLAG GMBH LEIPZIG 1953

GELEITWORT

ZUR DEUTSCHEN AUSGABE

Das Fernsehen gehört zu den wichtigsten kulturellen Errungenschaften unserer Zeit. Welche Bedeutung die Regierung der Deutschen Demokratischen Republik diesem Fachgebiet beimißt, geht aus dem Beschluß hervor, das Fernsehen schon im Verlauf des ersten Fünfjahresplanes einzuführen. Mit Stolz kann man auf das Fernsehzentrum Berlin des Staatlichen Rundfunkkomitees blicken, das von unseren Technikern und Ingenieuren zum modernsten Fernsehstudio entwickelt wurde und am 21. 12. 1952 seine regelmäßigen Versuchssendungen aufnahm.

Es gilt jetzt, das Fernsehen in die breite Öffentlichkeit zu tragen und alle Menschen an diesem kulturellen Fortschritt teilnehmen zu lassen. Deshalb ist es zu begrüßen, daß auch die sowjetische Fachliteratur über das Fernsehen, beginnend mit der vorliegenden Übersetzung, einem großen Kreis zugänglich gemacht wird. In dem vorliegenden Werk findet der hohe Entwicklungsstand der UdSSR auf dem Gebiet des Fernsehens einen sichtbaren Niederschlag. Das Buch enthält zahlreiche Anleitungen für die Herstellung eines Fernsehempfängers und gibt ausführliche Richtlinien zur fehlerfreien Konstruktion vieler Einzelteile. Der Verfasser erläutert den Bau von Fernsehantennen einfacher Form und erteilt Auskunft über Hilfsgeräte, die zur Prüfung des Fernsehempfängers erforderlich sind. Ohne zu hohe wissenschaftliche Anforderungen an den Leser zu stellen, versteht es der Autor, durch enge Verbindung von Theorie und Praxis die elektrischen Vorgänge im Fernsehempfangsgerät in leichtverständlicher Weise darzustellen.

Im Zusammenhang mit dem Studium dieses Buches wird empfohlen, die Ausführungen in der Zeitschrift „Nachrichtentechnik“, Heft 10, 1952, sowie die Abhandlung von A. Adler in der gleichen Zeitschrift, Heft 2, 1953 (Verlag Technik Berlin), zu beachten, in denen die Frequenzen des Bild- und Tonsenders und die Aufteilung der einzelnen Fernsehkanäle in der Deutschen Demokratischen Republik erörtert werden.

Berlin, August 1953

STAATLICHES RUNDFUNKKOMITEE
FERNSEHZENTRUM BERLIN

Nationalpreisträger Ober-Ing. Ernst Augustin

Vorbemerkungen des sowjetischen Verlages

In diesem Buch werden die Prinzipien des Fernsehens und Fernsehempfangs kurz dargelegt. Es werden grundsätzlich die Anforderungen besprochen, denen ein Fernsehempfänger mit 625 Bildzeilen genügen muß. Ferner werden Schaltung und Konstruktion des Selbstbau-Fernsehempfängers Typ LTK-9 beschrieben und ausführliche Bau- und Betriebsanweisungen gegeben.

Am Ende des Buches werden die Grundelemente des Fernsehempfängers behandelt: die Bild- und Tonempfänger sowie die Schaltungen für die Strahlablenkung. Es werden anschauliche Schaltungsarten, Konstruktionen und Beschreibungen der Grundelemente des Fernsehempfängers gegeben.

Aus dem Russischen übersetzt von
Dipl.-Ing. Walter Balkin
unter technischer Beratung von Dr.-Ing. Franz H. Lange
und Dipl.-Ing. Eugen-Georg Woschni

Titel der Originalausgabe:
„Любительский Телевизор ЛТК-9“
Verlag: Gosenergoizdat, Moskau 1951

Redaktionsschluß: 1.6.1953

Alle Rechte vorbehalten • Fachbuchverlag GmbH Leipzig
Satz und Druck: VEB Druckerei der Werktätigen, Halle (Saale), Kl. Berlin 1a
Veröffentlicht unter der Lizenznummer 114-210/160/53 des Amtes für Literatur und Verlagswesen
der Deutschen Demokratischen Republik

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einführung	9
Fernsehgerät des Typs LTK-9	18
Schaltung des Fernsehempfängers	19
Konstruktion und Einzelteile des Fernsehgerätes	29
Inbetriebsetzung des Fernsehgerätes	48
Abstimmung des Bildempfängers	56
Abstimmung des Tonempfängers	63
Einstellen des Fernsehgerätes mit Hilfe des empfangenen Bildes .	66
Einstellung des Kanals für die Bildsynchronisation	68
Einzelteile des Fernseh-Empfangsgerätes	69
Änderungen an der Schaltung der Empfängerteile	70
Schaltungen für die Bildablenkung	77
 Anlagen:	
Antennen für den Fernsehempfang	82
Generatoren für Rechteckimpulse	85
Daten einiger in Fernsehgeräten verwendeter Röhren	88
Daten und Sockelung von Kathodenstrahlröhren	89

EINFÜHRUNG

Unter Fernsehen versteht man das Senden und den Empfang von Bildern durch Funk oder über Leitungen.

Das Fernsehen ist ein Zweig der Funktechnik, und deshalb ist die Entwicklung der Fernsehtechnik in erster Linie dem großen russischen Erfinder des Rundfunks Alexander Stepanowitsch Popow zu verdanken.

Das Prinzip der Bildübertragung besteht darin, daß das Bild nicht mit einem Mal als Ganzes übertragen, sondern in einzelne Punkte (Elemente) zerlegt wird, die sich voneinander durch ihre Helligkeit unterscheiden. Hierbei wird die Lichtenergie jedes Bildpunktes in elektrischen Strom verwandelt, der den Empfangsstellen durch den Funk oder über Leitungen zugeführt wird.

Die Erscheinung der Verwandlung von Licht in elektrischen Strom wurde durch den russischen Gelehrten A. G. Stoletow bereits im Jahr 1888 entdeckt. Sie ist unter dem Namen „fotoelektrischer Effekt“ bekannt.

Auf diesem fotoelektrischen Effekt beruht die in der UdSSR im Jahr 1931 von S. I. Katajew angegebene Elektronen-Fernsehsenderöhre, die ein Grundelement der modernen Fernsehsender ist.

Die elektrischen Strom- oder Spannungsimpulse haben für jeden einzelnen Punkt, aus denen das Bild besteht, eine bestimmte Größe. In Fernsehempfängern werden sie mit Kathodenstrahlröhren in Lichtenergie umgewandelt.

Die erste Idee der Anwendung des Elektronenstrahles für die Wiedergabe von Bildern ist dem russischen Gelehrten Prof. B. L. Rosing zuzuschreiben, der bereits im Jahre 1907 eine Kathodenstrahl-Empfangsröhre für die „elektrische Teleskopie“ vorschlug und eine Methode der Modulation des Elektronenstrahls beschrieb.

Heute haben die Kathodenstrahlröhren eine weite Verbreitung in Fernsehempfängern, Kathodenstrahl-Oszillographen, bei der Funkortung und auf vielen anderen Gebieten der Technik gefunden.

Die modernen Fernsehsendungen werden durch Fernsehfunksender übermittelt, die besondere Senderäume mit Filmprojektionsapparaten haben. Außerdem verfügen die Fernsehsender über Apparate, mit denen man Sendungen von Sportplätzen, Theatern und anderen Stellen aus übertragen kann. Das Prinzip der Wiedergabe von Bildern kann man auf folgende vereinfachte Weise erklären (Bild 1): Das zu übertragende Bild wird mittels eines Objektivs auf eine lichtempfindliche Platte (Mosaik) der Kathodenstrahl-Senderöhre, des Ikonoskops, projiziert. Das Mosaik des Ikonoskops besteht aus einer riesigen Anzahl voneinander isolierter Silberkörner, die auf eine dünne Glimmerschicht aufgetragen sind. Auf die Oberfläche der Silberkörner ist eine lichtempfindliche Cäsiumschicht aufgetragen. Diese Silberkörner mit der aufgetragenen Cäsiumschicht stellen einzelne Fotoelemente von verschwindend geringen Ausmaßen dar. Sie sind 100...1000 mal so klein wie die Punkte, aus denen sich das zu übertragende Bild zusammensetzt. Auf der dem Mosaik gegenüberliegenden Seite der Glimmerschicht ist eine Schicht Metall aufgetragen, die die sogenannte Signalplatte bildet.

Unter der Wirkung des Lichtes werden die Körner des Mosaiks auf ein gewisses positives Potential geladen. Dieses Potential ist proportional der Helligkeit der entsprechenden Punkte des Bildes, das auf das Mosaik projiziert wird.

Zur Zerlegung des Bildes dient der Elektronenprojektor des Ikonoskops. Der Elektronenprojektor richtet auf das Mosaik einen schmalen Elektronenstrahl, der unter der Wirkung eines ablenkenden magnetischen Feldes das Mosaik zeilenweise von rechts nach links und von unten nach oben abtastet.

Der auf das Mosaik fallende Elektronenstrahl nimmt von den einzelnen kleinen Fotoelementen des Mosaiks die Ladung weg. Dabei fließt im Stromkreis der Signalplatte ein Stromimpuls, der der Helligkeit des entsprechenden Punktes des zu übertragenden Bildes proportional ist. Während der Bewegung des Elektronenstrahls ändert sich die Stromstärke in Übereinstimmung mit den Helligkeitswerten der Punkte des zu übertragenden Bildes. Diese Stromschwankungen werden verstärkt und dem Sender zugeführt (Bild 1).

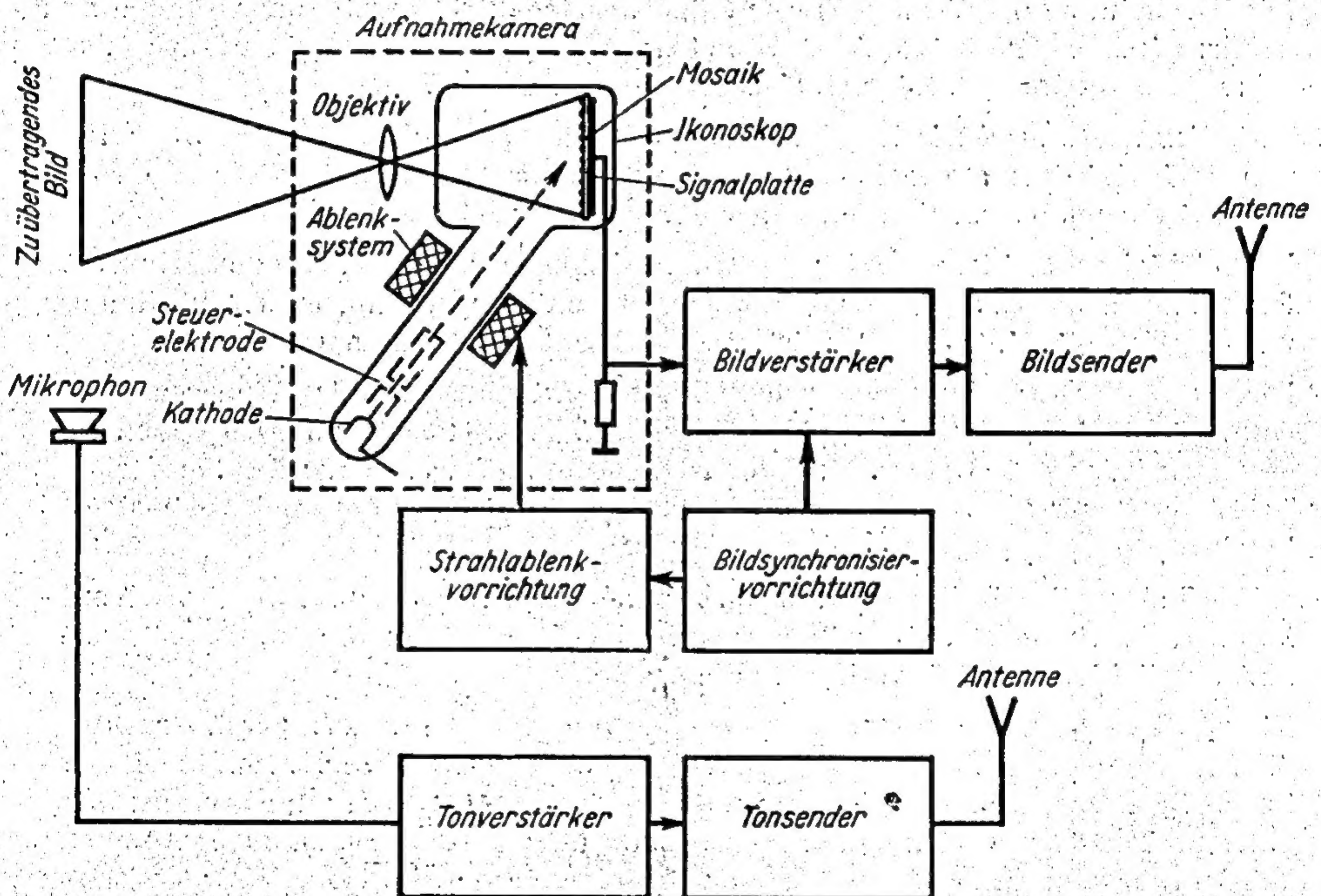


Bild 1. Schema zur Erläuterung des Fernseh-Sendeprinzips

Auf diese Weise verwandelt sich das von dem Bild reflektierte Licht mit Hilfe der Kathodenstrahl-Senderöhre in eine ununterbrochende Sendung von Stromimpulsen, deren Größe der Helligkeit der Punkte des zu übertragenden Bildes entspricht.

Gleichzeitig mit den Bildzeichen werden vom Fernsehsender über ein zweites Sendegerät die begleitenden Tonzeichen ausgestrahlt.

Der Empfang des Fernsehprogramms erfolgt durch einen Fernsehempfänger.

Dieser besteht aus zwei Einzelempfängern. Ein Empfänger dient zum Empfang der Tonzeichen und der andere zum Empfang der Bildzeichen.

Das Bildzeichen gelangt vom Empfänger auf die Kathodenstrahl-Empfangsröhre. Sie besteht aus einem Elektronenprojektor und einem Schirm. Dieser ist mit einer unter der Wirkung der auftreffenden Elektronen leuchtenden (fluoreszierenden) Spezialschicht bedeckt. Auf dem Schirm der Röhre erscheint somit das übertragene Bild. Der Elektronenstrahl wird mit Hilfe von Ablengeräten (Kippschwingern oder Kippgeneratoren) auf dem Röhrenschirm mit derselben Geschwindigkeit bewegt wie der Elektronenstrahl in der Senderöhre.

Die vom Bildempfänger kommenden Bildzeichen steuern die Intensität des Elektronenstrahles der Empfangsröhre entsprechend der Helligkeit jedes Punktes des zu übertragenden Bildes. Auf diese Weise setzt sich auf dem Schirm der Fernschröhre das Bild zusammen.

Die Bewegung des Elektronenstrahles auf dem Leuchtschirm der Empfangsröhre verläuft umgekehrt wie die Bewegung des Elektronenstrahles in der Senderöhre, da auf das Mosaik ein spiegelgleiches und auf dem Kopf stehendes Bild des zu übertragenden Gegenstandes projiziert wird.

Die modernen Elektronen-Fernsehsysteme gestatten, die Bilder mit großer Schärfe zu übertragen. Der Moskauer Fernsehsender sendet beispielsweise mit einer Bildzerlegung von 625 Zeilen. In anderen Ländern wird das Fernsehen mit geringerer Schärfe betrieben: In den USA mit 525 Zeilen und in England mit 450 Zeilen. In bezug auf die Bildschärfe ist der sowjetische Bildfunk demnach der beste der Welt.

Entstehen des Bildes. Betrachtet man ein Bild, das auf dem Leuchtschirm eines Fernsehempfängers entsteht, so sieht man, daß es aus vielen parallelen, horizontalen Zeilen besteht. In keiner Zeile haben die Punkte der Abbildung scharf ausgeprägte Grenzen; wir sehen nur einen allmählichen Übergang von einem dunklen Ton in einen weißen oder grauen oder auch umgekehrt. In vertikaler Richtung sind infolge der Zeilenstruktur des Bildes auf Röhren von großem Durchmesser die Übergänge von einer Helligkeitsstufe zur anderen zu bemerken. Damit das Bild in Zeilen zerlegt wird, muß sich der Elektronenstrahl nach rechts und links und gleichzeitig, aber verhältnismäßig langsam, von oben nach unten bewegen.

Die Bewegung des Strahles von links nach rechts, die Hinlauf genannt wird, muß langsamer sein als der Rücklauf von rechts nach links. Beim Hinlauf wird auf der Senderöhre die Bildabtastung und auf der Empfangsröhre die Bildschreibung vorgenommen.

Die Bewegung des Elektronenstrahles in vertikaler Richtung erfolgt ebenfalls mit verschiedener Geschwindigkeit, und zwar langsam von oben nach unten (Hinlauf) und schneller von unten nach oben (Rücklauf).

Für eine derartige Ablenkung des Elektronenstrahles muß man magnetische oder elektrostatische Ablenkkfelder schaffen, die sich sägezahnförmig ändern. Ein Feld (Horizontalkoordinate) muß den Strahl in einer Richtung ablenken, und zwar in der horizontalen (horizontale oder Zeilenbewegung) und das andere (Vertikalkoordinate) in vertikaler Richtung (vertikale oder Zeilenvorschubbewegung).

Zur Schaffung von Feldern, die sich sägezahnförmig verändern, gibt es für Röhren mit elektrostatischer Ablenkung Generatoren (Kippschwinger) mit sägezahnförmiger Spannungskurve. Für Röhren mit elektromagnetischer Ablenkung, in denen der Elektronenstrahl durch ein Magnetfeld abgelenkt wird, verwendet man Generatoren mit sägezahnförmiger Stromkurve. Das Magnetfeld wird in Ablenkspulen durch den Strom erzeugt, der in ihnen fließt.

Damit der Eindruck eines einheitlichen Bildes entsteht, muß der Elektronenstrahl den Leuchtschirm mit großer Schnelligkeit durchheilen. Bei geringer Bildfrequenz (5...8 Bilder je Sek.), d. h. bei langsamem Zeilenvorschub, bemerkt man, wie der Schirm allmählich mit Zeilen bedeckt wird. Bei Vergrößerung der Bildfrequenz bis auf 10 oder 20 Bilder je Sek. sieht man zwar bereits ein einheitliches Bild, aber es macht sich Flimmern bemerkbar. Besonders stark ist dieses Flimmern bei großer Bildhelligkeit. Bei 40...50 Bildern je Sek. ist das Flimmern nur noch in ganz geringem Maße zu bemerken. Darum ist es nötig, daß nicht weniger als 50 Bilder je Sek. auf dem Leuchtschirm entstehen.

Die Vergrößerung der Bildfrequenz verlangt bei sonst gleichen Bedingungen eine entsprechende Verbreiterung des Frequenzbandes. Die Maximalbreite des Frequenzbandes, die für die Bildsendung nötig ist, wird durch folgende Formel ausgedrückt.:

$$f_{Hz} = a \frac{k n z^2}{2}.$$

Hierbei ist

- n die Zahl der in der Sekunde gesendeten Bilder,
- z die Zahl der Zeilen, in die das Bild zerlegt wird,
- a ein Koeffizient, der vom Typ des angewandten Zerlegungssystems abhängt (er schwankt zwischen 0,7 und 1), und
- k ein Koeffizient, der das Bildformat bestimmt (das Verhältnis der Bildbreite zur Bildhöhe).

Für das sowjetische Standardbild ist $k = \frac{4}{3}$.

Die Formel zeigt, daß die Frequenzbandbreite, die für die Übertragung irgendeines Bildes nötig ist, um so größer ist, je größer die Zeilenzahl oder die Zahl der Elemente, in die das Bild zerlegt wird, und je größer die Schnelligkeit des Bildwechsels sind.

Eine Verringerung der Frequenzbandbreite ohne Verschlechterung der Deutlichkeit ist nur durch Verkleinerung der Bildzahl je Sekunde möglich.

Das Problem der Beseitigung des Flimmerns auf dem Fernsehschirm bei verringerter Bildfrequenz wurde durch Anwendung des sogenannten Zeilensprunges erfolgreich gelöst. Beim Zeilensprung wird jedes Bild in zwei Etappen wiedergegeben. Zuerst werden nur die ungeraden Zeilen, also die erste, dritte, fünfte usw. bis zur letzten übertragen, dann werden die geraden Zeilen wiedergegeben. So wird jedes Bild eigentlich zweimal gesendet. Das erste Mal überträgt man die eine Hälfte der Bildelemente und beim nächsten Durchlauf die andere, zuerst ausgelassene Hälfte. Durch diese Übertragungsmethode wird das Flimmern beseitigt und die Frequenzbandbreite auf die Hälfte verringert.

Beim Zeilensprung darf die Frequenz des Zeilengenerators kein Vielfaches der Frequenz des Bildgenerators sein. Die Zahl der Zeilen, in die das Bild zerlegt wird, muß ungerade sein.

Praktisch beträgt die Dauer des senkrechten Rücklaufes etwa 3 bis 5% des Hinlaufes, und während dieser Zeit entstehen einige Zeilen, die auf dem Leuchtschirm als helle, den Raster überquerende Linien zu sehen sind. Damit dieser Rücklauf im Bild nicht gesehen wird, werden vom Sender sogenannte Sperrimpulse gesendet, die für diese Zeit die Kathodenstrahlröhre „sperrn“.

werden gleichzeitig mit den Bildzeichen vom Sender Synchronisierimpulse gesendet, die im Empfänger abgetrennt werden und die Sägezahngeneratoren synchronisieren.

Raster

Abbildung der Zeilen auf dem Raster

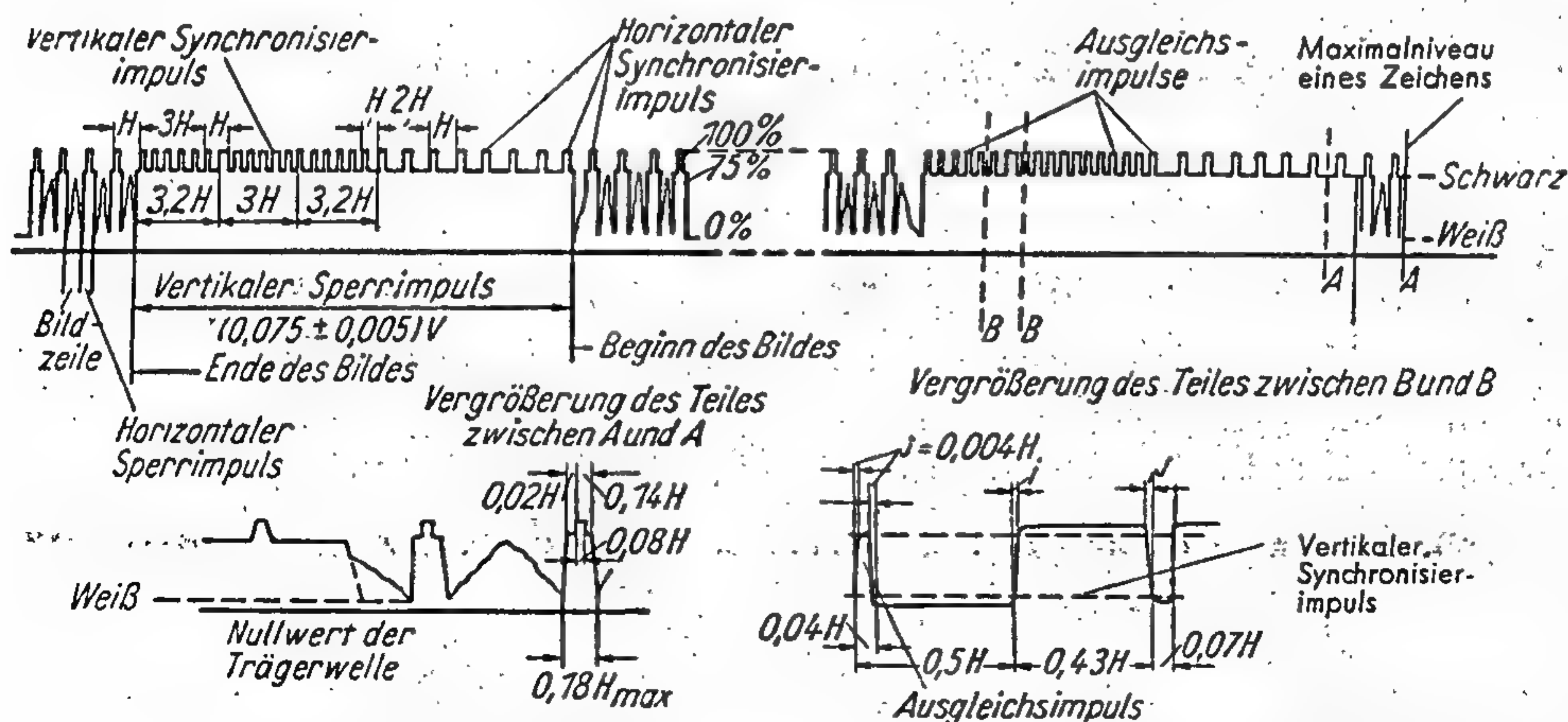
- Zeilenhinlauf
- - - Zeilenrücklauf

T - Zeit für den Hin- und Rücklauf einer Zeile

Horizontales Ablenkfeld

Vertikales Ablenkfeld

**Bild 2. Bildwiedergabe mit zwei Sägezahn-
generatoren, die die Ablenkung des Elektronen-
strahles in vertikaler und horizontaler
Richtung bewirken**



13

d. h., den dunklen Stellen des Bildes entspricht ein stärkerer Strom als den hellen. Den dunkelsten Stellen des Bildes entspricht auch die Größe der Sperrimpulse. Noch stärker als die Sperrimpulse sind die Synchronisierimpulse (siehe Bild 3).

Um die Synchronisierimpulse abzutrennen, ist eine Amplitudenselektion des Sendezeichens nötig. Den sowjetischen Fernsehnormen entsprechen folgende Werte:

1. Die Zeilenzahl beträgt 625.
2. In der Sekunde werden 50 Halbraster übertragen.
3. Die Bildfrequenz ist infolge Anwendung des Zeilensprunges halb so groß wie die Rasterfrequenz, d. h. 25 Hz.
4. Der nützliche Teil (Hinlauf) der Bildperiode beträgt 93 %.
5. Die Zeilenfrequenz beläuft sich auf 15625 (625 Zeilen \times 25 Bilder).
6. Der nützliche Teil (Hinlauf) der Zeilenperiode beträgt 82 %.
7. Das Bildformat (Verhältnis der Breite des Bildes zu seiner Höhe) ist 4 zu 3.
8. Das Frequenzband der Bildzeichen umfaßt 6 Megaherz. Die Bildzeichen werden mit teilweiser Unterdrückung eines Seitenbandes übertragen.
9. Der Ton wird mit Frequenzmodulation auf Ultrakurzwellen übertragen. Die Differenz zwischen den Trägerfrequenzen des Tones und des Bildes ist 6,5 Megaherz. Der maximale Frequenzhub des Tonsenders beträgt ± 75 kHz.

Um die Störungsfreiheit zu erhöhen, hebt man bei der Tonsendung die hohen Frequenzen hervor (die Zeitkonstante des Stromkreises beträgt 75 Mikrosekunden). Das Tonfrequenzband umfaßt 50...10000 Hz. Die Frequenzstabilität des Senders ist ± 2 kHz.

In Bild 4 sind Frequenzkurven eines Fernsehsenders (Bild 4a) und eines Fernsehempfängers (Bild 4b) wiedergegeben, die nach den sowjetischen Fernsehnormen arbeiten. Wie

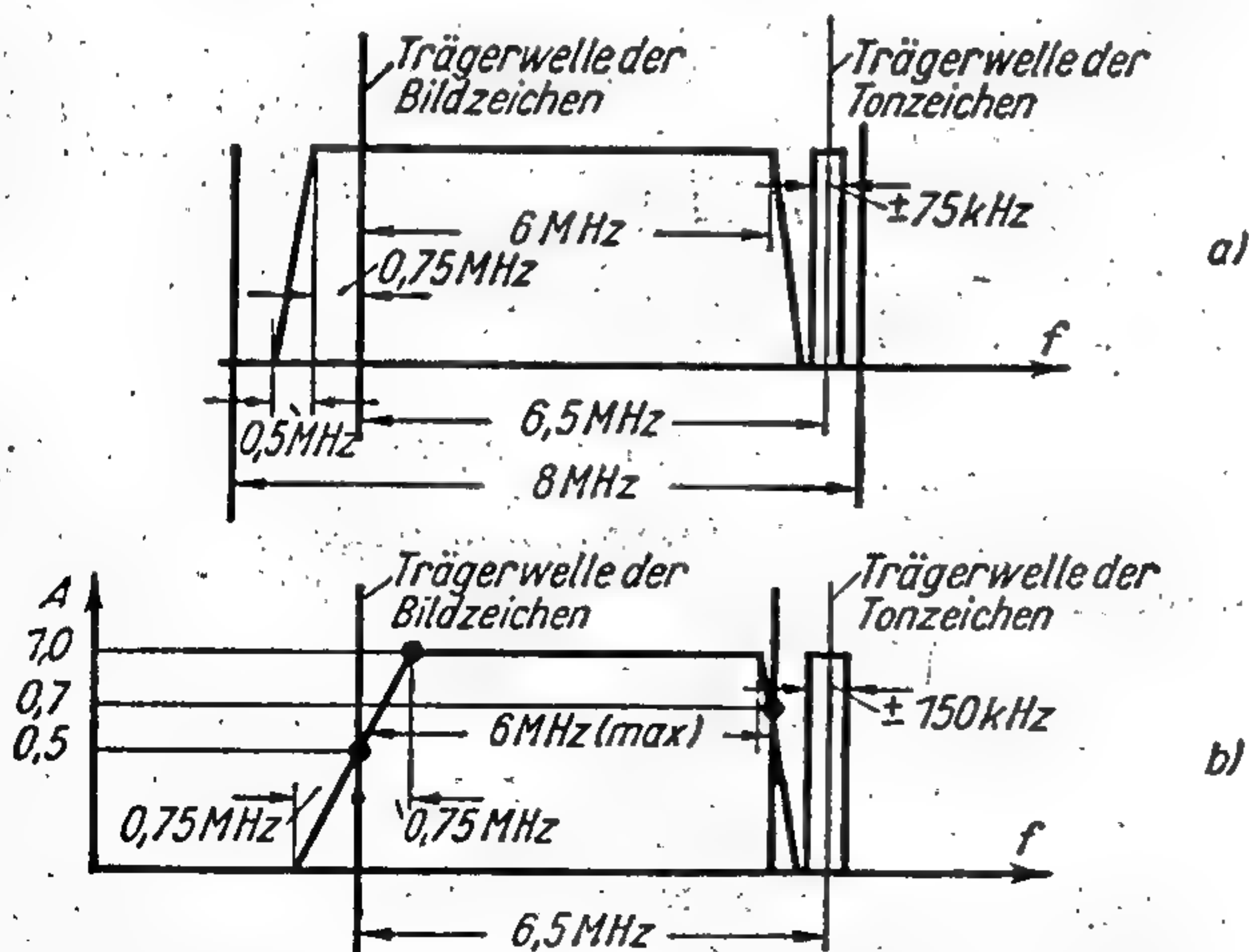


Bild 4. Frequenzkurve des Bildkanales und des Tonkanales
a für Fernsehsender, b für Fernsehempfänger

aus den Kurven zu ersehen ist, strahlt der Sender nur ein Seitenband aus, das andere Seitenband ist fast völlig unterdrückt. Damit für Frequenzen, die der Trägerwelle der Bildsignale nahe liegen, am Empfänger ausgang keine Spannungserhöhung eintritt (infolge Durchganges auch des zweiten, teilweise unterdrückten Seitenbandes), muß die Frequenzkurve des Empfängers an dieser Stelle des Frequenzbandes eine doppelte Schwächung

aufweisen. Das Frequenzband, das vom Bildempfänger durchgelassen wird, ist meist geringer als das Frequenzband, das vom Sender ausgestrahlt wird. Es wird entsprechend der im Fernsehempfänger verwandten Kathodenstrahlröhre gewählt. Die Bildträgerfrequenz des Moskauer Fernsehsenders beträgt 49,75 Megahertz, seine Tonträgerfrequenz 56,25 Megahertz.

Der Leningrader Fernsehsender sendet mit 441 Zeilen. Die Bild- und Tonträgerfrequenzen sind die gleichen wie beim Moskauer Fernsehsender.

Blockschema eines Fernsehempfängers. Ein Fernsehempfänger muß aus folgenden Einzelteilen bestehen (Bild 5).

1. Bildempfänger,
2. Kathodenstrahlröhre,
3. Vorrichtung zur Abtrennung der Synchronisierzeichen (Amplitudenselektor),
4. Vorrichtung für die Horizontalablenkung,
5. Vorrichtung für die Vertikalablenkung,
6. Tonempfänger und dynamischer Lautsprecher,
7. Gleichrichter für die Speisung der Verstärkerröhren und der Kathodenstrahlröhre.

In Bild 5 hat der Tonempfänger keinen eigenen Hochfrequenzverstärker und keine eigene Mischstufe. Das erklärt sich daraus, daß infolge der gegenseitigen Nähe der Bild- und Tonträgerwellen beide gewöhnlich mit einer Antenne empfangen, daß sie zusammen in der Hochfrequenzstufe verstärkt und erst nachher in der Zwischenfrequenzstufe voneinander getrennt werden. Manchmal ist der Tonempfänger ein völlig gesonderter Apparat. Dann braucht er eine eigene Antenne, einen Hochfrequenzverstärker und eine Mischstufe.

Wir wollen nun den Weg der Bildzeichen im Fernsehgerät genauer verfolgen. Die aus der Antenne kommenden hochfrequenten Ströme der Bildsendung werden vom Bildempfänger empfangen, verstärkt und gleichgerichtet. Nach Verstärkung der Bildfrequenz werden sie zur Kathodenstrahlröhre geführt, um zur Intensitätsregelung des Elektronenstrahles benutzt zu werden. Der Elektronenstrahl schreibt auf dem Leuchtschirm unter Einwirkung der Horizontal- und Vertikal-Sägezahngeneratoren Zeile um Zeile und bildet dabei den sogenannten Fernsehraster.

Die Sägezahngeneratoren, auch Kippgeneratoren oder Kippschwinger genannt, werden durch die Synchronisierimpulse, die gleichzeitig mit den Bildzeichen eintreffen, synchronisiert. Mit dem Amplitudenselektor werden die Synchronisierimpulse von den Bildzeichen getrennt und in Zeilen- und Rasterwechselimpulse geteilt; sie synchronisieren die entsprechenden Generatoren.

Infolge der Synchronisierung entspricht die Bewegung des Elektronenstrahles auf dem Leuchtschirm der Empfangsröhre genau der Bewegung des Strahles der Senderöhre, der das Bild zerlegt. Gleichzeitig mit der Richtungsänderung des Strahles in der Empfangsröhre erfolgt auch eine Änderung seiner Intensität, die mit der Helligkeit des übertragenen Bildpunktes übereinstimmt. Dadurch wird auf dem Empfangsschirm das zu übertragende Bild erzeugt.

In dieser Weise verläuft in großen Zügen der Bildempfang. Wir wollen uns nun mit den Einzelteilen des Fernsehempfängers genauer befassen.

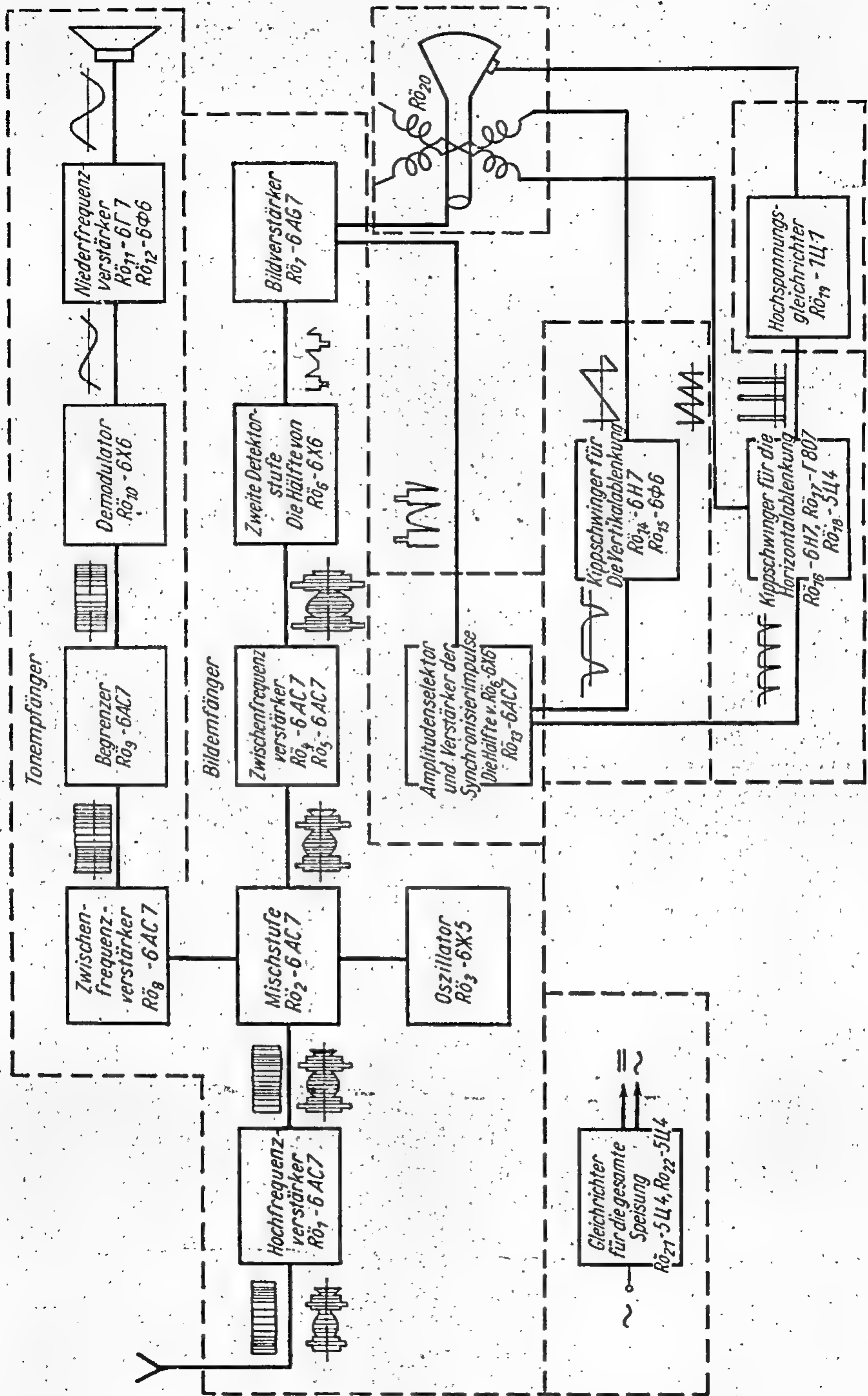


Bild 5. Blockschema des Fernsempfängers LTK-9

Sowohl der Bild- als auch der Tonempfänger besitzt eine verhältnismäßig geringe Empfindlichkeit. Bei geringer Entfernung des Empfängers vom Sender, ungefähr 5...10 km, im Falle direkter Sichtbarkeit und hoher Antenne auch bei Entfernungen von 15...20 km, muß die Empfängerempfindlichkeit etwa 1000...5000 μV betragen. Der Grenzwert der Empfängerempfindlichkeit liegt zwischen 300 und 500 μV . Empfänger mit einer derartigen Empfindlichkeit gestatten den guten Empfang von Bildern auf eine Entfernung von 50...70 km. Der Bildempfänger kann als Superheterodyn-Empfänger (Bild 5) oder auch als Geradeausempfänger gebaut werden.

Für eine mittlere Empfindlichkeit von 1000 μV und eine Frequenzbandbreite von 3...4 MHz muß ein Superheterodyn-Empfänger eine Hochfrequenzverstärkerstufe, zwei Zwischenfrequenz-Verstärkerstufen und eine Stufe zur Verstärkung der Bildzeichen haben. Im Geradeausempfänger genügen drei bis vier Hochfrequenz-Verstärkerstufen und eine Stufe zur Verstärkung der Bildzeichen.

Vergleicht man beide Empfänger, so ist ein Geradeausempfänger einfacher in der Herstellung und Abstimmung, hat ein geringeres Eigengeräusch und ist weniger störungsanfällig. Ein Superheterodyn-Empfänger dagegen arbeitet stabiler und besitzt eine wesentlich höhere Selektivität.

Zum Empfang eines Fernsehprogrammes auf einer Welle zwischen 4 und 6 m, auf denen z. Z. die Sendungen erfolgen, sind beide Empfänger gleichwertig. Für den Empfang von mehreren Fernsehprogrammen oder für den Empfang auf noch kürzeren Wellen ist einem Superheterodyn-Empfänger der Vorzug zu geben.

Die nötige Frequenzbandbreite für den Bildempfänger, von der die Güte des Bildes abhängt, wird hauptsächlich durch die Auflösungseigenschaft der Schreib- röhre (Kathodenstrahlröhre des Empfängers) bestimmt. Deswegen kann man die volle Bildschärfe, mit der der Sender arbeitet, nur auf einer Röhre wieder erzeugen, die einem Schirmdurchmesser von mindestens 30 cm hat.

In diesem Falle muß der Empfänger das gesamte Frequenzband durchlassen, das der Fernsehsender sendet (6 MHz), und die horizontale Bildschärfe beträgt dann ungefähr 600 Zeilen.

Unter horizontaler Bildschärfe versteht man die Zahl der Bildelemente, die auf einer Bildzeile unterschieden werden können.

Beim Fernsehempfänger mit einer Schreib- röhre, die einen Schirmdurchmesser von 17 cm hat (Typ ЛК-715 А), muß die Frequenzbandbreite 2,5...3 MHz betragen und bei erhöhter an die Schreib- röhre herangeführter Anodenspannung höchstens 4 MHz. In diesem Falle beträgt die horizontale Bildschärfe ungefähr 370...400 Zeilen.

Bei Anwendung einer Schreib- röhre mit einem Schirmdurchmesser von 23 cm muß man das Frequenzband auf 4...4,5 MHz erhöhen. Hierbei hat das Bild eine horizontale Schärfe von 450...500 Zeilen.

Man kann annehmen, daß bei 625 Bildzeilen der sowjetischen Fernsehnormen die horizontale Schärfe des Bildes der Breite des Frequenzbandes ΔF , das vom Empfänger durchgelassen wird, proportional ist und ungefähr die Größe $10^{-4} \Delta F$ hat.

Amateurkonstruktionen von Fernsehempfängern und auch die von der Industrie hergestellten Fernsehempfänger des Typs „Moskwitsch T-1“, „Leningrad T-1“

Die Fernsehempfänger der Industrie sind für den Empfang von Programmen auf folgenden drei Kanälen vorgesehen:

Erster Kanal — 48,50 bis 56,50 MHz, Trägerfrequenz der Bildsignale — 49,75 MHz;
zweiter Kanal — 58 bis 66 MHz, Trägerfrequenz der Bildsignale — 59,25 MHz;
dritter Kanal — 76 bis 84 MHz, Trägerfrequenz der Bildsignale — 77,25 MHz.

Amateurapparate für alle drei Kanäle zu bauen, ist zwecklos, da für die nächste Zeit keine Aussicht besteht, daß in der Sowjetunion in einer Stadt drei Programme gesendet werden. Die Fernsehsender der verschiedenen Städte werden auf allen drei Wellenkanälen arbeiten. Darum baut die Industrie Fernsehapparate, die später für einen Fernsehempfang auf jedem der Kanäle berechnet sind.

Das Fernsehgerät LTK-9 ist für den Empfang auf zwei beliebigen der drei vorhandenen Kanäle vorgesehen. Beim Abstimmen des Empfängers wählt der Hörer die zwei Kanäle, auf denen das Fernsehprogramm gesendet werden kann.

Schaltung des Fernsehempfängers

Das gesamte Blockschema des Fernsehempfängers LTK-9 ist in Bild 5 wiedergegeben.

Der Empfang der Bild- und Tonzeichen erfolgt mittels einer gemeinsamen Antenne. Diese Zeichen werden zusammen in einer Hochfrequenz-Verstärkerstufe mit der Röhre $Rö_1$ verstärkt und zur Mischstufe geführt. Hinter der Mischstufe werden die Bild- und Tonsignale voneinander getrennt und auf der Zwischenfrequenz verstärkt.

Der Oszillator der Empfänger arbeitet mit einer eigenen Röhre $Rö_2$.

Im Kanal der Tonzeichen sind zwei Verstärkerstufen $Rö_3$ und $Rö_4$ vorhanden, von denen die eine als Begrenzer benutzt werden kann. Danach werden die Zeichen zum Frequenzgleichrichter $Rö_{10}$ und zu zwei Niederfrequenz-Verstärkerstufen geführt.

Im Bildkanal gibt es zwei Zwischenfrequenz-Verstärkerstufen $Rö_5$ und $Rö_6$, einen Diodengleichrichter $Rö_8$ und einen Breitband-Bildverstärker $Rö_7$.

Vom Verstärkerausgang werden die Bildsignale zur Kathodenstrahlröhre $Rö_{20}$ und zum Amplitudenselektor für die Synchronisierimpulse $Rö_{13}$ geführt.

Für die Vertikalablenkung wird der Blocking-Oszillator $Rö_{14}$ mit nachfolgender Verstärkung der Sägezahnspannung benutzt. Im Ausgangsverstärker arbeitet die Röhre $Rö_{15}$. Die Horizontalablenkung erfolgt durch einen fremderregten Generator mit den Röhren $Rö_{16}$ und $Rö_{17}$, in dem als Schwingstufe auch ein Blocking-Oszillator verwendet wird.

Für die Speisung der Anode der Kathodenstrahlröhre werden die Hochspannungsimpulse benutzt, die in der Wicklung des Ausgangstransformators der Horizontalablenkung entstehen. Diese Impulse werden durch die Röhre $Rö_{19}$ gleichgerichtet, gesiebt und zur Anode der Kathodenstrahlröhre geführt.

Im Gleichrichter, der sämtliche Röhren des Fernsehempfängers speist, werden zwei Glühkathoden-Gleichrichter des Typs 5L4C verwendet.

Das Schaltbild des Empfängerteiles des Fernsehgerätes LTK-9 ist in Tafel I wiedergegeben.

Als $R\ddot{o}_1$ wird im Hochfrequenzverstärker die Röhre 6A C7 benutzt. Der Eingangsschwingungskreis besteht aus zwei Spulen. Die Spule L_1 dient zur Kopplung des Empfängers mit der Antenne und ist mit der Spule L_2 induktiv gekoppelt. Der Schwingungskreis wird durch die Induktivität der Spule L_2 und eine Kapazität gebildet, die aus der Eingangskapazität der Röhre, der Kapazität der Schaltung und der Kapazität der Spule L_2 besteht. Die Abstimmung auf die Frequenz des zweiten oder dritten Kanals erfolgt durch Veränderung der Induktivität. Bei Empfang von Fernsehsendungen, die auf einer tieferen Frequenz geführt werden, wird mit dem Umschalter U der Trimmer C_1 zugeschaltet. Mit demselben Umschalter wird die Abstimmung des zweiten Schwingungskreises L_3 des Hochfrequenzverstärkers und des Oszillatorschwingungskreises vorgenommen, denen auch eine zusätzliche Kapazität zugeschaltet wird.

Der Hochfrequenzverstärker des Fernsehempfängers muß für ein breites Frequenzband berechnet sein (ungefähr 6,5 MHz), damit er sowohl die Bild- als auch die Tonzeichen durchläßt. Deshalb sind den Schwingungskreisen des Hochfrequenzverstärkers Widerstände R_1 und R_4 parallel geschaltet.

Der zweite Hochfrequenzschwingungskreis ist in den Anodenkreis der Röhre $R\ddot{o}_1$ geschaltet. Die Empfangssignale werden vom Anodenkreis der Röhre $R\ddot{o}_1$ über den Kopplungskondensator C_6 an das Gitter der Röhre $R\ddot{o}_2$ der Mischstufe geleitet. Der Gitterableitwiderstand der Röhre der Mischstufe ist gering und dem Schwingungskreis L_3 parallel geschaltet. Die Anoden- und Schirmgitterspannungen, die einander gleich sind, werden der ersten Röhre über den Widerstand R_3 zugeführt. Eine derartige Schaltung für die Röhre vereinfacht zwar das Schaltungsschema etwas, verschlechtert aber die Arbeit des Verstärkers. Die Gittervorspannung der Röhre $R\ddot{o}_1$ ist automatisch und wird durch den Spannungsabfall auf dem Widerstand R_2 erzeugt, der in den Kathodenkreis der Röhre geschaltet ist.

Die Kondensatoren C_2 und C_3 sperren die Hochfrequenzströme und dienen zur Entkopplung.

Der Oszillator des Empfängers hat Kathodenkopplung; seine Röhre $R\ddot{o}_3$ ist vom Typ 6H5. Der Schwingungskreis des Oszillators wird mit dem Kondensator C_{10} , der eine geringe Kapazität hat, abgestimmt. Die für den Empfang des zweiten oder dritten Kanals benötigte Oszillatorfrequenz wird durch entsprechende Wahl der Kapazität C_9 oder Änderung der Induktivität der Spule L_4 erzeugt. Für den ersten Kanal wird dem Schwingungskreis des Oszillators der Trimmer C_{12} zugeschaltet.

Die Mischstufe arbeitet mit der Röhre 6AC7. Die Oszillatorspannung wird von einem Teil der Windungen der Spule L_4 des Oszillatorschwingungskreises abgenommen und zur Kathode der Röhre $R\ddot{o}_2$ geführt.

Im Anodenkreis der Röhre $R\ddot{o}_2$ entstehen durch Überlagerung der Oszillator-, Bildzeichen- und der Tonzeichenfrequenz Schwebungen mit zwei verschiedenen Frequenzen, die im Schwingungskreis $L_5 C_{13}$ abgetrennt werden. Von diesem Schwingungskreis werden die Bildzeichen zum Zwischenfrequenzverstärker des Bildempfängers geführt. Die Zwischenfrequenz-Tonzeichen werden auf dem Schwingungskreis L_6 abgetrennt. Die Spule L_6 ist mit der Spule L_5 induktiv gekoppelt. Der Schwingungskreis L_6 nimmt vom Schwingungskreis $L_5 C_{13}$ die Tonsignale ab und ist demnach ein Sperrkreis für den Bildkanal.

Im Zwischenfrequenzverstärker des Bildempfängers werden in den letzten beiden Stufen Bandfilter und im Anodenkreis der Mischstufe ein Einzelschwingungskreis angewandt. Die Anwendung von Bandfiltern erhöht die Verstärkung des Empfängers etwas und verbessert die Frequenzkurve des Zwischenfrequenzverstärkers. Wenn ein Meßsender vorhanden ist, ist die Abstimmung des Zwischenfrequenzverstärkers, in dem Bandfilter angewandt werden, nicht schwierig und nicht komplizierter als die Abstimmung eines Zwischenfrequenzverstärkers, der nur Einzelschwingungskreise enthält.

Einen Zwischenfrequenzverstärker mit Bandfiltern ohne Benutzung eines Meßsenders abzustimmen, ist wesentlich schwieriger als die Abstimmung eines Empfängers mit Einzelschwingungskreisen. Darum wendet man Bandfilter im Zwischenfrequenzverstärker nur dann an, wenn ein Meßsender vorhanden ist.

Die Schwingungskreise der Bandfilter im Zwischenfrequenzteil des Bildempfängers sind induktiv gekoppelt. Die Abstimmung der Spulen, die in die Anodenkreise der Röhren $Rö_4$ und $Rö_5$ geschaltet sind, wird durch die Trimmer C_{17} und C_{20} vorgenommen. Die Abstimmung der Gitterspulen erfolgt durch Veränderung der Spuleninduktivität. Das ist deswegen nötig, weil die Eingangskapazität der Röhre doppelt so groß ist wie die Ausgangskapazität und weil die Form der Resonanzkurve in hohem Maße von der Symmetrie der Spulen des Bandfilters abhängt.

Aus den gleichen Gründen werden beiden Spulen der Bandfilter Widerstände parallel geschaltet. Im Bandfilter L_9, C_{20}, L_{10} ist der ersten Spule L_9 der Widerstand R_{18} und der zweiten Spule der Belastungswiderstand R_{19} des Diodengleichrichters parallel geschaltet.

Die Regulierung des Bildkontrastes erfolgt in der ersten Stufe des Zwischenfrequenzverstärkers durch eine positive Spannung, die der Kathode der Röhre $Rö_4$ vom Potentiometer R_{11} zugeführt wird.

Als zweite Detektorstufe des Bildempfängers dient eine Diode der Röhre $Rö_5$ (6X6). Die Belastung des Gleichrichters besteht aus dem Widerstand R_{19} und der Korrektionspule L_{11} , die in den Anodenkreis der Röhre geschaltet sind. Beim Empfang von Bildsignalen entsteht auf diesem Belastungswiderstand eine negative Spannung, die als Gittervorspannung der Röhre $Rö_5$ dient; diese verstärkt die Bildzeichen. In den Anodenkreis der Röhre $Rö_5$ ist außer dem Anodenbelastungswiderstand R_{22} noch eine Korrektionspule geschaltet. Die Korrektionsspulen dienen der Hervorhebung der hohen Frequenzen. Die Größe der Induktivität für eine solche einfache Korrektionsschaltung kann leicht nach folgender Formel bestimmt werden:

$$L = 0,25 R^2 C.$$

Hierin bedeuten:

L die Induktivität der Spule, ausgedrückt in μH ,

R den Belastungswiderstand der Röhre, ausgedrückt in Ω ,

C die in μF ausgedrückte Gesamtkapazität des Stromkreises, die aus der Ausgangs- und Eingangskapazität der Röhre und der Schaltungskapazität besteht.

Die Schirmgitterspannung der Röhre $Rö$, wird nicht, wie es gewöhnlich geschieht, vom Pluspol der Anodenstromquelle abgenommen, sondern von der Anode der Röhre. Eine derartige Schaltung reguliert automatisch die Bildhelligkeit. Bekanntlich werden in Bildempfängern zwischen Detektorstufe und Verstärker und ebenfalls zwischen Anodenbelastungswiderstand der Ausgangsröhre und der Kathodenstrahlröhre gewöhnlich keine Kopplungskondensatoren geschaltet. Dadurch wird die Frequenzkurve des Verstärkers im Gebiete der niederen Frequenzen verbessert und das Durchlassen der Gleichstromkomponente der Bildzeichen ermöglicht.

Die Anwendung einer derartigen Schaltung führt aber zu einer unerwünschten Erscheinung. Die Änderung der Stärke des ankommenden Signals ruft eine Änderung der Gittervorspannung der Ausgangsröhre hervor und hat somit eine Verlagerung des Arbeitspunktes auf der Kennlinie der Kathodenstrahlröhre zur Folge. Außerdem erfolgt die Verlagerung nicht nach der erwünschten Seite und verändert die mittlere Bildhelligkeit.

Demnach verlangt eine beliebige Änderung der Stärke des an die Kathodenstrahlröhre geführten Signals, die sowohl infolge einer Amplitudenänderung des Signals am Empfängereingang als auch infolge Veränderung der mittleren Bildhelligkeit entsteht, unbedingt ein Nachstellen des Drehknopfes für die Regulierung der Bildhelligkeit.

Die Schaltung mit automatischer Regulierung der Bildhelligkeit bewirkt nun eine automatische Vorspannungsänderung an der Steuerelektrode der Kathodenstrahlröhre bei Änderung der Signalstärke. Dabei muß sich bei Verstärkung des ankommenden Signals die Vorspannung auf der Steuerelektrode der Kathodenstrahlröhre verkleinern und umgekehrt.

Im Fernsehempfänger LTK-9 wird dazu die Spannungsdifferenz benutzt, die zwischen der Anodenspannung und der Schirmgitterspannung der Ausgangsröhre $Rö$, herrscht.

Bild 6 enthält eine Schaltung und Kurven, die die Wirkungsweise eines Verstärkers mit automatischer Helligkeitsregulierung erläutern. Der Spannungsabfall auf dem Widerstand R_{21} (Bild 6), der zwischen Anode und Schirmgitter der Röhre liegt, wird zum Erzeugen der erforderlichen Vorspannung für die Kathodenstrahlröhre benutzt. Zur Handregulierung der Bildhelligkeit sind parallel zum Widerstand R_{21} der konstante Widerstand R_{22} und der Regulierwiderstand R_{23} geschaltet, von dessen Gleitkontakt die Spannung für die Steuerelektrode der Kathodenstrahlröhre abgenommen wird.

Eine Amplitudenänderung des ankommenden Signals ruft eine Änderung der Steuergittervorspannung der Röhre $Rö$, hervor. Folglich ändert sich auch die Spannung auf der Anode und auf dem Schirmgitter der Röhre. Eine Zunahme des ankommenden Signals erhöht die Gittervorspannung der Röhre $Rö$, und der Strom in ihrem Schirmgitterkreis wird schwächer. Das hat eine Verringerung des Spannungsabfalles auf dem Widerstand R_{21} zur Folge und führt demnach auch zu einer Verringerung der Vorspannung der Kathodenstrahlröhre.

Durch richtige Wahl der Größe des Widerstandes R_{21} kann man den erforderlichen Bereich der Vorspannungsänderung auf der Steuerelektrode der Kathodenstrahlröhre so einstellen, wie es die Veränderungen der Stärke des ankommenden

Signals verlangen. In Bild 6 sind Kurven der Spannungsänderung auf den Elektroden der Verstärkerröhre $R\ddot{o}_7$ und der Kathodenstrahlröhre $R\ddot{o}_{20}$ bei Änderung der Größe des ankommenden Signals wiedergegeben.

Die Tonzeichen werden, wie bereits gesagt, nach der Mischstufe mit Hilfe eines Sperrkreises L_1 (Tafel I) abgetrennt. Die Röhre $R\ddot{o}_8$ dient zur Zwischenfrequenzverstärkung. In ihren Anodenkreis ist ein Einzelschwingungskreis L_1 geschaltet, der auf die Zwischenfrequenz der Tonzeichen abgestimmt ist. Von der Anode der Röhre $R\ddot{o}_8$ werden die Zwischenfrequenztonzeichen an das Gitter der Röhre $R\ddot{o}_9$, des Begrenzers, geführt. Die Begrenzung erfolgt in dieser Stufe durch Spannungserniedrigung der Anode und des Schirmgitters der Röhre. In den Kathodenkreis der Röhre des Begrenzers sind der Widerstand R_{21} und der Kondensator C_{21} geschaltet, die die automatische Vorspannung erzeugen. Die Anwendung der Gittervorspannung im Begrenzer verschlechtert dessen Arbeit bei starken Signalen nicht.

Bei schwachen Signalen, wenn der Begrenzer wie ein Verstärker arbeitet, vergrößert die Vorspannung die Verstärkung der Zwischenfrequenzstufe beträchtlich. Demnach wirkt der Begrenzer dann wie ein gewöhnlicher Zwischenfrequenzverstärker.

Zwischen den Anodenkreis des Begrenzers und den Stromkreis der Gleichrichterröhre ist ein üblicher Diskriminatorkreis geschaltet. Der Frequenzgleichrichter arbeitet mit der Röhre 6X6 ($R\ddot{o}_{10}$).

Der Niederfrequenz-Tonverstärker besitzt zwei Stufen mit den Röhren 6Γ7 und 6 V 6.

Zur Verbesserung der Frequenzkurve arbeitet der Verstärker mit Gegenkopplung, die mit Hilfe des Widerstandes R_{20} erzeugt wird.

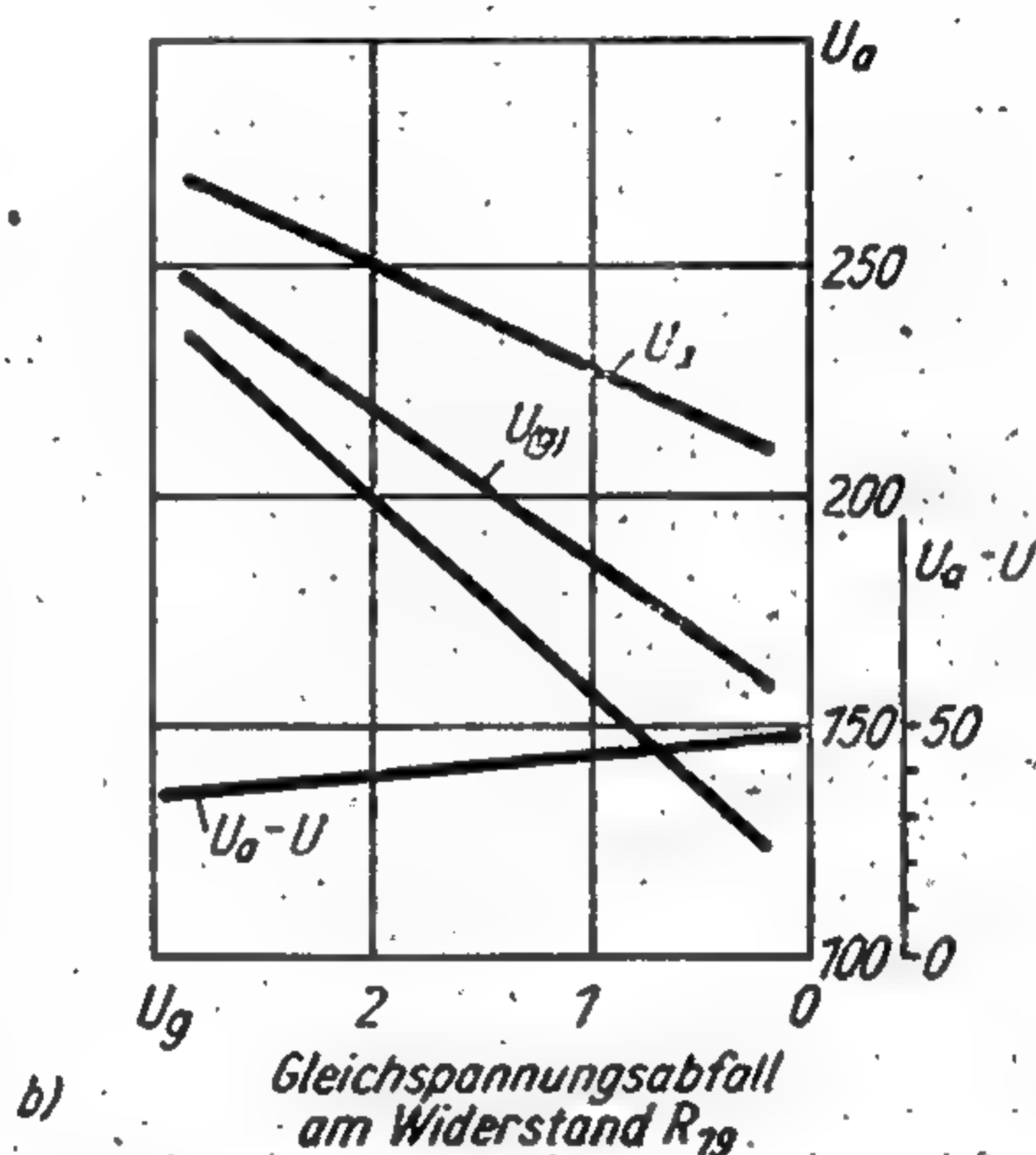
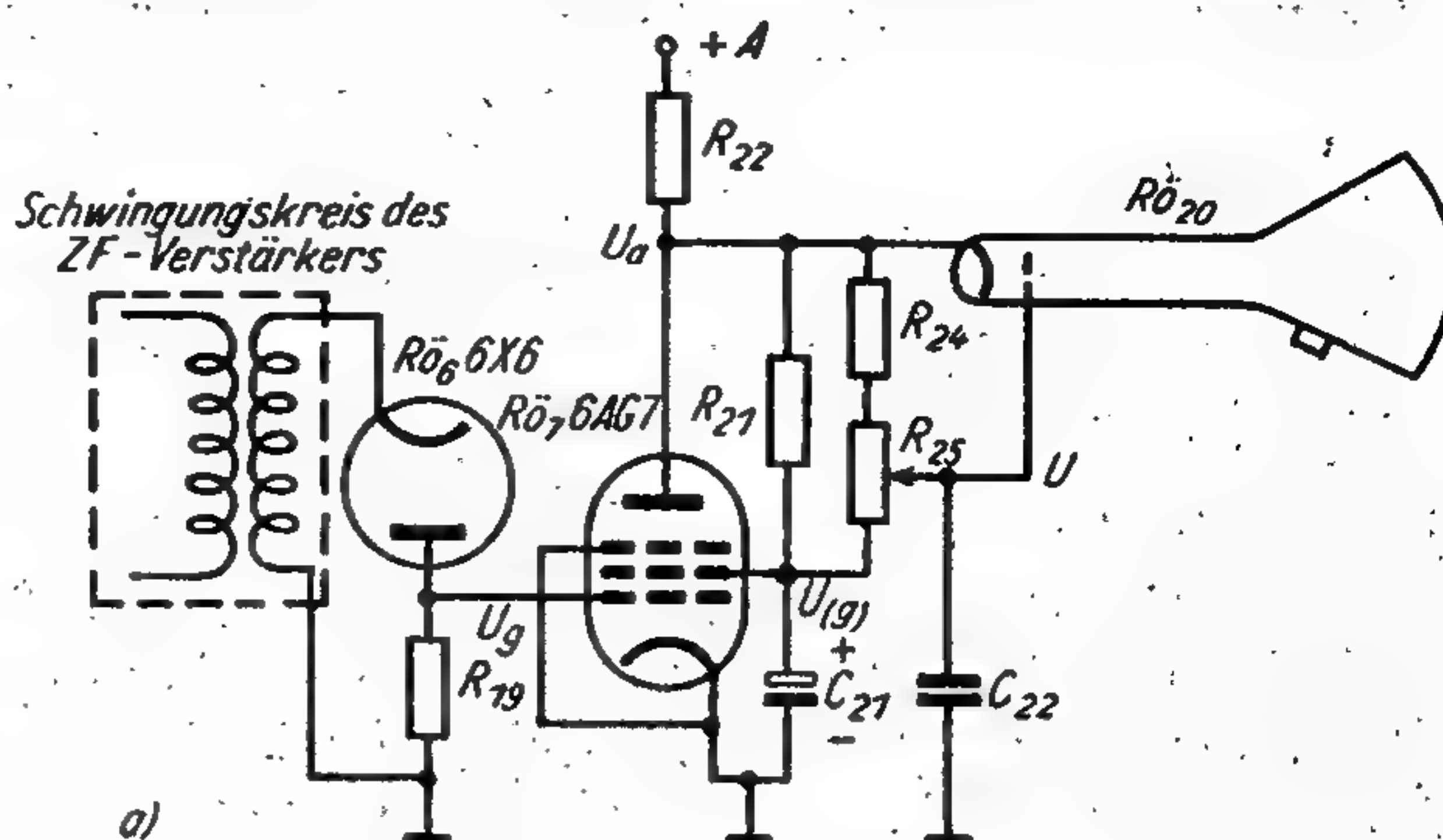


Bild 6. Schaltbild und Kennlinien eines Verstärkers mit automatischer Helligkeitsregulierung

a) Schaltung der Ausgangsstufe des Bildverstärkers und der automatischen Bildhelligkeitsregulierung;

b) Verstärkercharakteristik

Für den Tonempfänger kann man einen dynamischen Lautsprecher sowohl mit Dauermagnet als auch mit Fremderregung benutzen. Falls ein Lautsprecher mit Dauermagnet benutzt wird, schaltet man ihn nach Tafel I ein. Benutzt man einen Lautsprecher mit Fremderregung, so wird die hochohmige Erregungsspule an die Klemmen für 150 oder 300 V angeschlossen. Bei Verwendung eines Lautsprechers mit einer Erregungsspule, die als Drossel benutzt wird, schaltet man die Spule mit den Röhren des Niederfrequenzverstärkers in Reihe. Hinter der Erregungsspule schaltet man zwischen diese und die Erde einen Kondensator von $10\ \mu\text{F}$.

Als Amplitudenselektor für die Synchronisierimpulse dient die zweite Diode der Röhre Rö_6 (verwandt wird eine Röhre 6X6). Die Bildzeichen werden von der Ausgangsröhre Rö_7 über den Widerstand R_{23} und den Kopplungskondensator C_{23} zur Anode der rechten Diode der Röhre Rö_6 geleitet. Der Diodenstrom erzeugt auf der Röhrenanode eine große negative Vorspannung, und auf dem Widerstand R_{17} , der im Kathodenkreis liegt, werden nur die Synchronisierimpulse abgetrennt.

Der Dioden-Amplitudenselektor arbeitet wesentlich besser als andere Selektoren. Durch entsprechende Auswahl der elektrischen Größen des Selektors kann man erreichen, daß nur die Synchronisierimpulse abgetrennt werden. Bei anderen Schaltungen werden gewöhnlich außer den Synchronisierimpulsen auch die Sperrsignale abgetrennt, deren Amplitude der Amplitude der Synchronisierimpulse fast gleich ist. Außerdem können in den Synchronisierkanal teilweise auch Bildzeichen dringen, die eine der Amplitude der Sperrsignale gleiche Amplitude haben.

Das Eindringen der Sperr- und Bildsignale in den Synchronisierkanal verschlechtert die Bildsynchronisierung.

Auf den Amplitudenselektor folgt die Stufe zur Verstärkung der Synchronisierimpulse.

Eine Schaltung des Verstärkers der Synchronisierimpulse und eine Schaltung für die Vertikal- sowie Horizontalablenkung sind in Tafel II gegeben. An das Gitter der Röhre Rö_{13} , die die Synchronisierimpulse verstärkt, werden ohne Zwischenschaltung eines Kopplungskondensators die in der positiven Phase durch den Diodenbegrenzer abgetrennten Synchronisierimpulse herangeführt. Die nötige Gittervorspannung am Gitter der Röhre Rö_{13} wird durch den Widerstand R_{41} erzeugt, der in den Kathodenkreis der Röhre geschaltet ist. Die Größe dieses Widerstandes wird so gewählt, daß eine Begrenzung der Synchronisierimpulse bei normalem Bildkontrast entsteht. Im Anodenkreis der Röhre erscheinen auf den Widerständen R_{42} und R_{43} die Synchronisierimpulse, die jetzt schon eine negative Phase besitzen. Dem Widerstand R_{43} werden die Impulse der Horizontalsynchronisierung entnommen und über den Kondensator C_{43} , der eine geringe Kapazität hat, der Anode der Röhre Rö_{16} zugeführt. Diese ist der Blocking-Oszillator für die Horizontalablenkung. Dadurch wird die Horizontalablenkung synchronisiert.

Dem Widerstand R_{42} werden die Synchronisierimpulse für den Blocking-Oszillator für die Vertikalablenkung entnommen. Zur Verbesserung der Form des

Bildsynchronisierimpulses werden die Impulse zur Anode der Röhre $Rö_{14}$ über den integrierenden Zweig $C_{43}, R_{44}, C_{44}, R_{45}, C_{45}$ geleitet.

Für die Vertikalablenkung des Kathodenstrahles werden die Röhren $Rö_{14}$ und $Rö_{15}$ verwandt. Die Röhre $Rö_{14}$ hat die Funktion eines Blocking-Oszillators und einer Entladungsröhre. Die linke Triode dieser Röhre ist ein Blocking-Oszillator. Er erzeugt kurze Impulse, die die rechte Triode (die Entladungsröhre) öffnen. Die Frequenz dieser Impulse wird durch die Zeitkonstante des Gitterkreises $C_{46} (R_{50} + R_{51})$ bestimmt.

Mit Vergrößerung der Zeitkonstante dieses Kreises verringert sich die Frequenz der Impulse und umgekehrt. Der Kondensator C_{47} wird in der Zeit zwischen dem Entstehen der Impulse von der Anodenspannungsquelle über den Widerstand R_{53} und R_{54} aufgeladen. Sobald der Impuls entsteht, öffnet sich die rechte Triode der Röhre $Rö_{14}$, und der Kondensator C_{47} wird schnell entladen. Dadurch entsteht auf ihm eine sägezahnartige Spannung.

Vom Kondensator C_{47} wird die Spannung über den Kondensator C_{48} an das Gitter der Verstärkerröhre $Rö_{15}$ geführt. Als Anodenbelastungswiderstand der Röhre $Rö_{15}$ dienen die Ablenkspulen L_{v1} und L_{v2} , die der Drossel Dr_v und dem Widerstand R_{58} parallel geschaltet sind. Um in den Ablenkspulen einen sägezahnförmigen Strom zu erzeugen, darf man an das Gitter der Röhre $Rö_{15}$ keine rein sägeförmige Spannung heranzuführen. Man muß eine Spannung anlegen, die sich aus einer sägezahnförmigen Spannung und einer Impulsspannung zusammensetzt, da die Ablenkspulen aus einer Induktivität und einem Ohmschen Widerstand bestehen. Die Notwendigkeit für die Zuführung einer derartig zusammengesetzten Spannung wird durch die Kurven des Bildes 7 erklärt.

Damit in einem Ohmschen Widerstand ein sägezahnförmiger Strom erzeugt wird, muß die angelegte Spannung sägezahnförmig sein (Bild 7a). Um bei rein induktiver Belastung einen linear anwachsenden Strom zu erhalten, muß man eine konstante Spannung einer Polarität während des Hin- und der anderen Polarität während des Rücklaufes anlegen (Bild 7b). Wenn die Belastung sowohl aus einer Induktivität als auch aus einem Ohmschen Widerstand besteht, muß sich die herangeführte Gesamtspannung aus zwei Spannungen zusammensetzen: aus einer sägezahnförmigen Spannung, die zur Erzeugung des sägezahnförmigen Stromes im Ohmschen Widerstand nötig ist, und aus einer Spannung von rechtwinkliger Form, die den sägezahnförmigen Strom in der Induktivität erzeugt (Bild 7c).

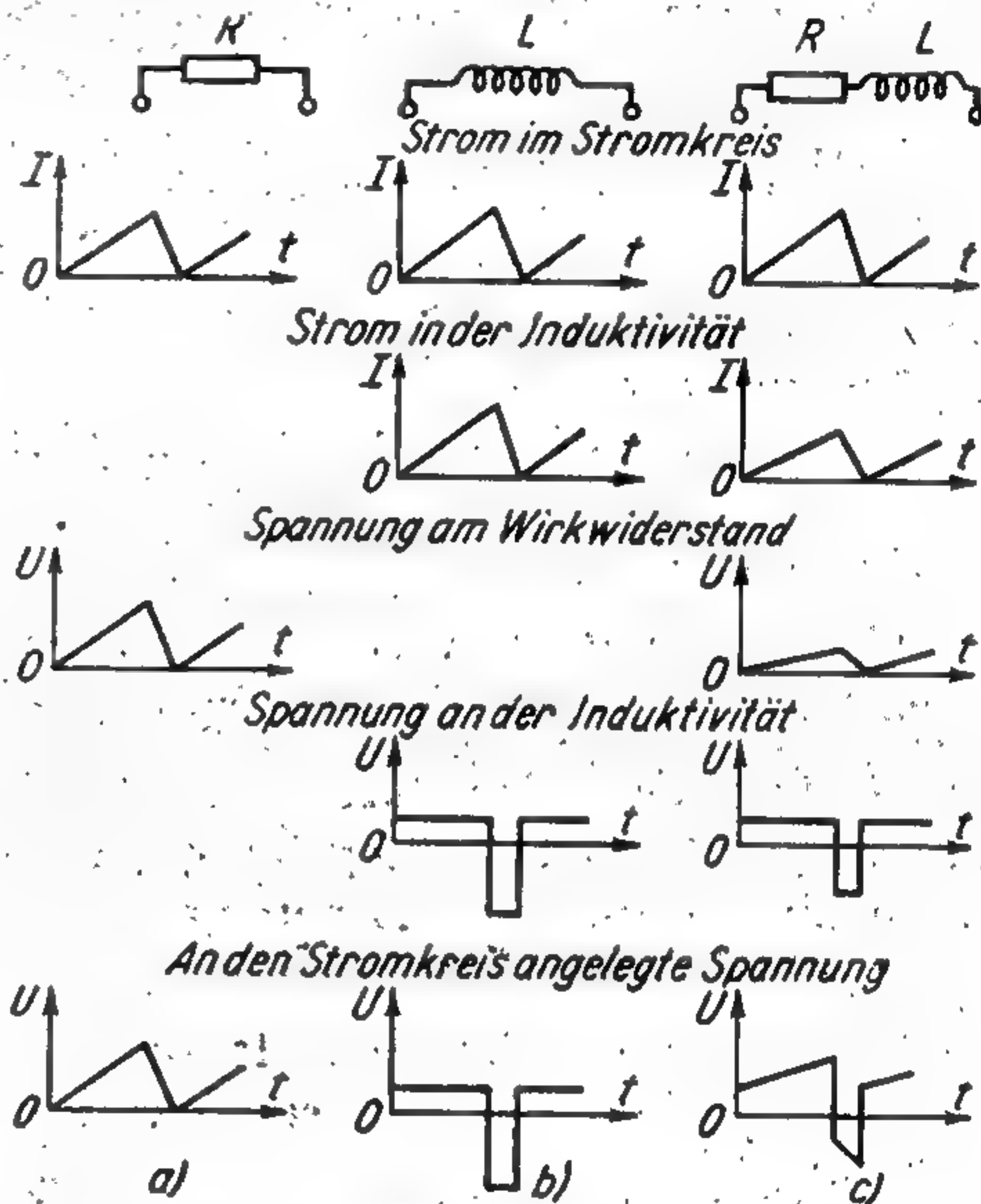


Bild 7. Form der Spannung zur Erzeugung eines sägezahnförmigen Stromes an verschiedenen Stellen der Schaltung

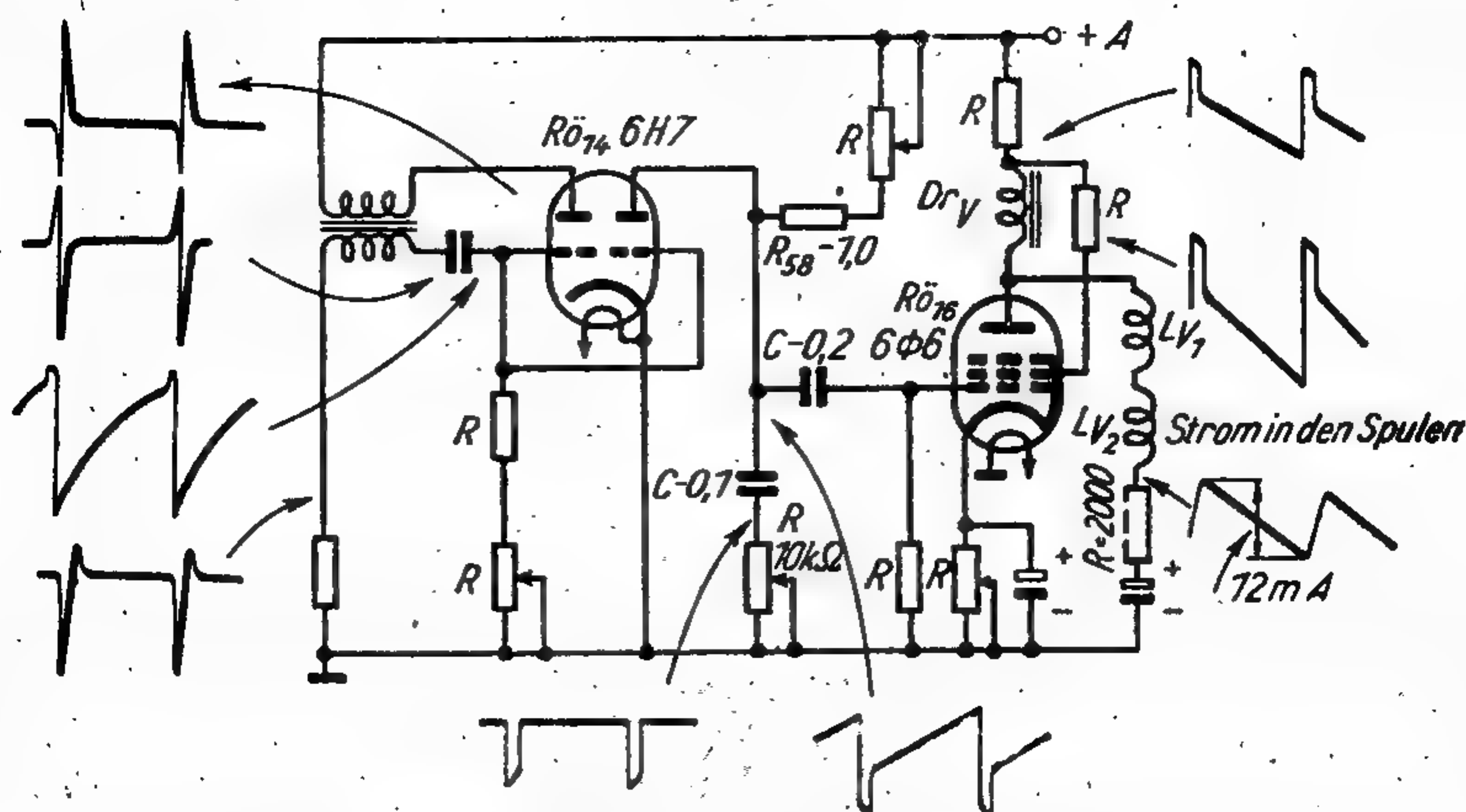


Bild 8. Form der Spannungs- und Stromkurven an verschiedenen Stellen des Klippgenerators für die Vertikalablenkung

Die Spannung von einer solchen Form entsteht auf dem Kondensator C_{47} , wie auch auf dem Widerstand R_{53} ; sie wird an das Gitter der Röhre $RÖ_{15}$ herangeführt.

Bild 8 zeigt die Spannungsformen, die an verschiedenen Stellen der Schaltung für die Erzeugung der Vertikalkomponente entstehen, und die Form des Stromes in den Stromkreisen der Ablenkspulen.

Die Bildfrequenz wird durch den Regulierwiderstand R_{50} geregelt. Die Amplitude der Vertikalablenkung hängt von der Größe der Spannungen ab, die an das Gitter der Röhre $RÖ_{15}$ herangeführt werden; sie wird durch den Widerstand R_{53} reguliert.

Um eine lineare vertikale Ablenkung zu erhalten, muß man die Widerstände R_{52} , R_{55} , R_{57} und R_{58} entsprechend wählen.

Die vertikale Zentrierung des Rasters erfolgt durch das Potentiometer R_{41} . Die Stufe für die Horizontalablenkung (Tafel II) arbeitet nach dem Prinzip eines Generators mit Fremderregung. Die Röhre $RÖ_{16}$ hat die Funktion eines Blocking-Oszillators und einer Entladungsröhre. Sie arbeitet genau so wie die Röhre für die Vertikalablenkung. Die Frequenz des Klippgenerators für die Horizontalablenkung ist wesentlich höher als die Frequenz des Klippgenerators für die Vertikalablenkung (15625 anstelle von 50 Hz). Darum sind die elektrischen Größen der Generatoren verschieden.

Auf dem Kondensator C_{51} entstehen Spannungen von der verlangten Form, die die Ausgangsröhre $RÖ_{17}$ des Generators steuern.

Die negative Vorspannung auf dem Gitter der Röhre $RÖ_{17}$ wird durch die Gitterströme erzeugt. In den Anodenkreis dieser Röhre ist der Ausgangstransformator Tr_1 für die Horizontalablenkung geschaltet, der vier Wicklungen besitzt: die Anodenwicklung III, die Wicklung II für die Dämpferröhre, die Ausgangswicklung I und die Heizstromwicklung IV für die Hochspannungs-Gleichrichterröhre.

Die Anodenwicklung hat mehrere Anzapfungen. Ein Teil von ihr ist in den Anodenkreis der Röhre $Rö_{17}$ geschaltet. In den Transformatorwicklungen entstehen während des Rücklaufes Hochspannungsimpulse, die auf der Anodenwicklung des Transformators eine positive Polarität besitzen. Diese Impulse werden durch die Hochspannungs-Gleichrichterröhre $Rö_{19}$ gleichgerichtet und an die Anode der Kathodenstrahlröhre $Rö_{20}$ geführt. Zur Siebung der gleichgerichteten Spannung dient der Kondensator C_{50} , der eine geringe Kapazität hat (weil die Impulsfrequenz sehr hoch ist), jedoch für eine hohe Spannung berechnet ist.

In die Wicklung II des Transformators Tr_1 ist die Dämpferröhre $Rö_{18}$ geschaltet. Die Dämpferröhre beseitigt die Eigenschwingungen, die im Transformator zu Beginn des Rücklaufes entstehen. Auf dem Widerstand R_{72} und dem Kondensator C_{51} erzeugt der Strom der Dämpferröhre die notwendige Verzögerungsspannung. Wenn die Spannung auf der Wicklung II höher wird als die Verzögerungsspannung, öffnet sich die Röhre $Rö_{18}$, und die Eigenschwingungen des Transformators hören auf.

Bild 9. Form und Amplitude der Spannungen an verschiedenen Stellen des Horizontal-Kippgenerators

- a Form der Spannung auf der Anodenwicklung des Transformators des Blocking-Oszillators
- b Form der Spannung auf dem Gitter der Röhre $Rö_{16}$
- c Form der Spannung auf der rechten Anode der Röhre $Rö_{11}$ oder auf dem Steuergitter der Röhre $Rö_{17}$
- d Form der Spannung auf dem Widerstand R_{68}
- e Form des Stromes im Stromkreis der Ablenkspulen

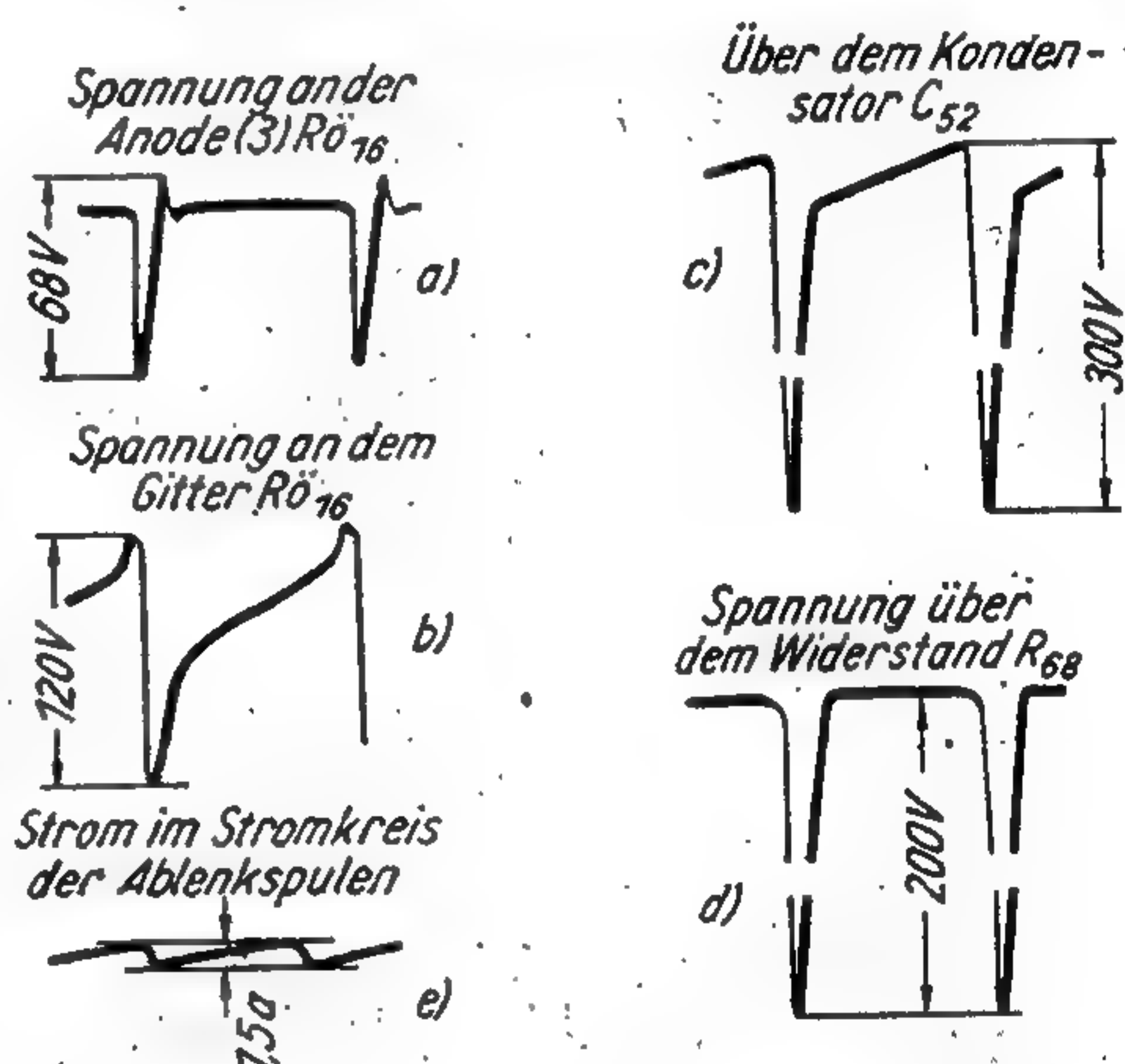


Bild 9 zeigt Form und Amplitude von Spannungen an verschiedenen Stellen der Schaltung des Horizontalkippsgerätes und Form und Stärke des Stromes im Stromkreis der Ablenkspulen (Bild 7).

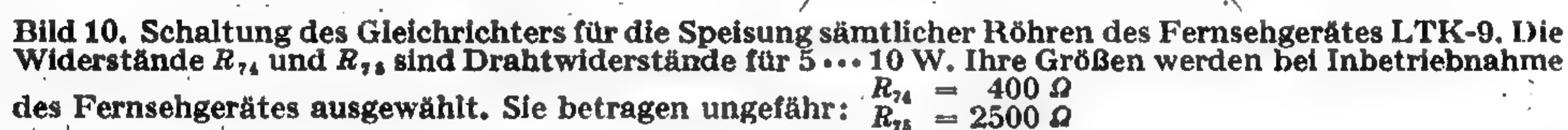
Aus den dargestellten Kurven ist zu ersehen, daß zum Gitter der Röhre $Rö_{16}$ ein Signal mit einer großen Amplitude geführt wird (Kurve c).

Die Zeilenfrequenz wird mit dem Widerstand R_{68} durch Veränderung der Zeitkonstante des Gitterkreises verändert.

Die richtige Form des Stromes in den Horizontalablenkspulen wird durch Veränderung der Widerstände R_{67} und R_{68} und manchmal auch des Widerstandes des Dämpfers R_{72} erzeugt.

Die Horizontallinearität hängt sehr von der Güte des Transformators Tr_1 ab. In diesem Kippschwingungsgenerator kann man wie in einem Generator mit Selbsterregung keine genügend geradlinige Ablenkbewegung erhalten, wenn man einen schlechten Ausgangstransformator benutzt.

Die nötige horizontale Bildgröße wird beim Einregulieren der Kippschwingungen folgendermaßen erreicht: Durch Änderung der Windungszahl der Wicklung, die an die Anode des Hochspannungsgleichrichters ($Rö_{10}$) geschaltet ist, wählt man die entsprechende Anodenspannung der Kathodenstrahlröhre.



Die Bündelungsspule BS des Fernsehgerätes ist hochohmig und für Parallelschaltung berechnet. Die Bündelung des Strahles erfolgt durch Veränderung des Stromes in der Spule mit dem Widerstand R_{s0} , der mit der Bündelungsspule BS in Reihe geschaltet ist. Durch den Widerstand R_s wird die Anfangsgröße des Stromes im Stromkreis der Bündelungsspule eingestellt.

Das Fernsehgerät wird durch den Netztransformator Tr und einen aus zwei Röhren (Rö₁ und Rö₂) bestehenden Gleichrichter gespeist (Bild 10).

Der Gleichrichter muß mindestens 350 V gleichgerichteter Spannung bei einem Strome von ungefähr 200 mA erzeugen.

Die Anodenspannung muß gut gesiebt werden. Eine schlechte Siebung verursacht auf dem Bilde dunkle Streifen, verschlechtert die Synchronisation und erzeugt Ungleichmäßigkeiten des Rasterrandes. Die Siebkondensatoren müssen eine genügend große Kapazität und die Drossel muß eine große Induktivität besitzen.

Konstruktion und Einzelteile des Fernsehgerätes

Konstruktion des Fernsehgerätes. Das Fernsehgerät LTK-9 unterscheidet sich in seiner Konstruktion etwas von den früher entwickelten Fernsehgeräten der LTK-Typen.

Das Chassis (die Grundplatte) des Gerätes wurde verlängert, damit eine Röhre mit größerem Leuchtschirm verwandt werden kann. Auf die Kathodenstrahlröhre 23 JIK-1 B wirken die Magnetfelder des Netztransformators und des dynamischen Lautsprechers stärker ein als auf die Kathodenstrahlröhre JIK-715 A. Deshalb montiert man diejenigen Teile des Gerätes, die magnetische Streufelder besitzen, möglichst weit von der Röhre.

Zum bequemeren Zusammenbau des Fernsehgerätes besteht sein Chassis aus zwei Teilen: aus dem Chassis der Empfänger und dem Chassis des Kippgerätes und der Gleichrichter. Auf dem Kippgerät- und Gleichrichterchassis befinden sich auch das Amplitudensieb (Amplitudenselektor), die Kathodenstrahlröhre und der Niederfrequenzverstärker für den Tonempfang. Die Gesamtansicht des Fernsehgerätchassis ist in Bild 11 dargestellt. Links befinden sich das Kippgerät- und das Gleichrichterchassis, rechts das Empfängerchassis.

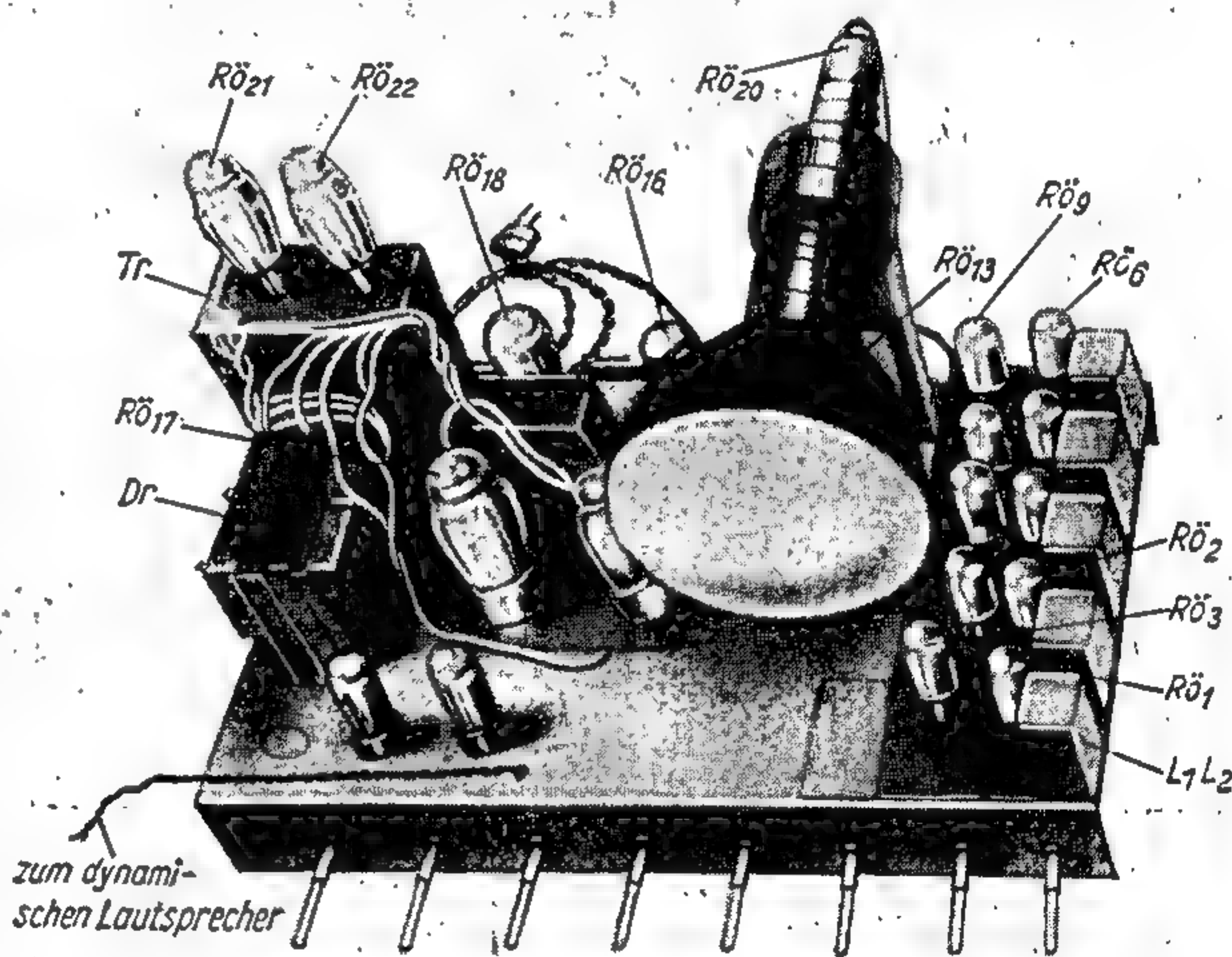


Bild 11. Gesamtansicht des Chassis des Fernsehgerätes LTK-9

Alle Einzelteile für die Horizontalablenkung sind auf einem besonderen Grundbrett angebracht, das in das Kippgerät- und Gleichrichterchassis eingebaut ist. Außerdem ist es empfehlenswert, daß die Röhren und die Transformatoren des Horizontalkippgerätes eine besondere Abschirmung erhalten.

Bild 12 zeigt die Lage einiger Einzelteile auf dem Fernsehgerätchassis und gibt einige Hauptgrößen an.

Auf der Vorderwand des Chassis befinden sich folgende acht Einstellknöpfe: der Kanalschalter und die Drehknöpfe für die Empfängerabstimmung, die

Kontrastregulierung, die Helligkeitsregulierung, die Strahlfokussierung, die Zeilenfrequenzregulierung, die Bildfrequenzregulierung und für die Lautstärke-regulierung. Den größten Teil dieser Drehknöpfe könnte man auf die Hinterwand verlegen oder paarweise vereinen; dadurch wird zwar die Anzahl der Einstellknöpfe des Fernsehempfängers scheinbar geringer, aber dafür die Konstruktion des Gerätes wesentlich komplizierter.

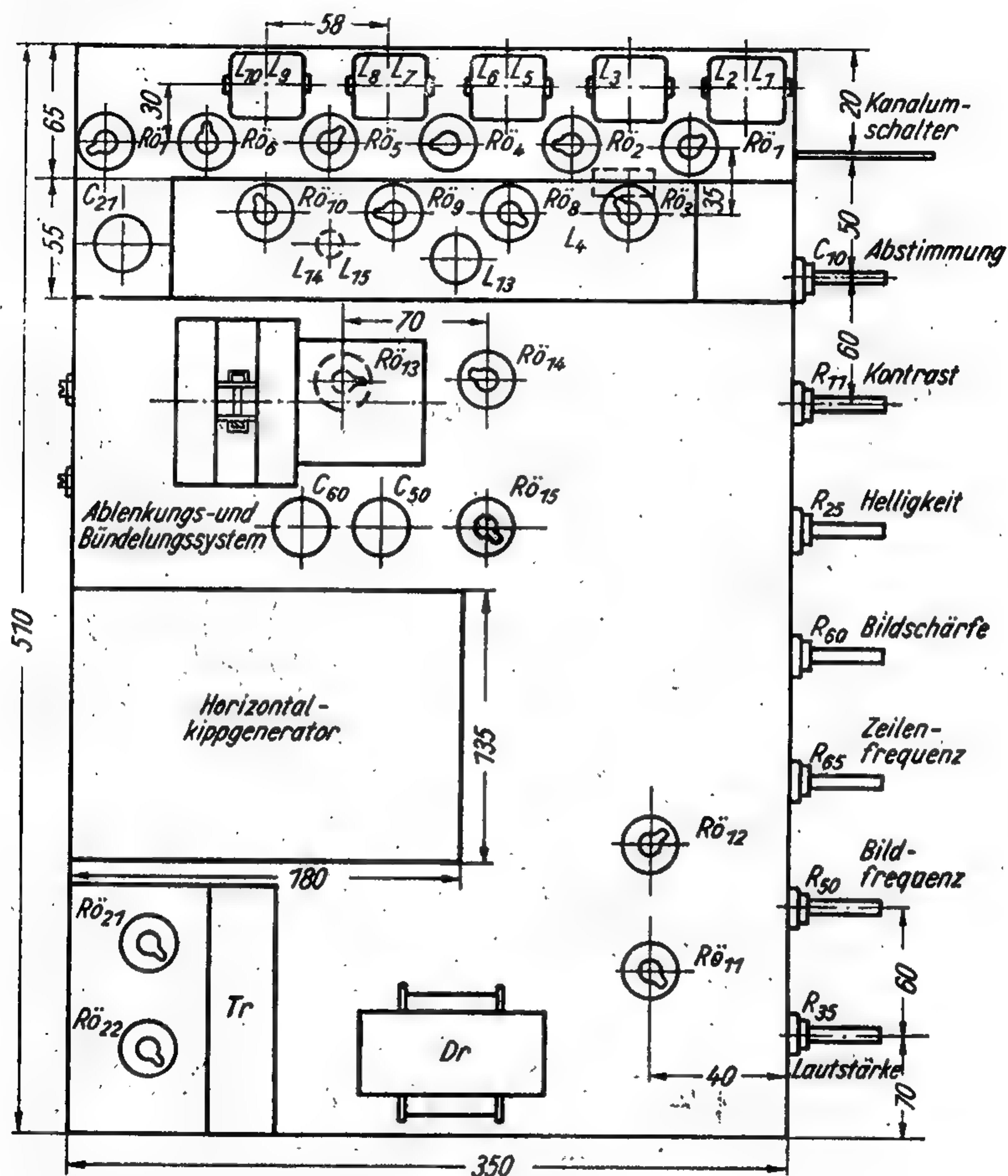


Bild 12. Lage der Haupteinzelteile auf dem Chassis des Fernsehempfängers LTK-9

Das Verlegen eines Teiles der Drehknöpfe auf die Hinterwand des Empfängers ist ungünstig, da man während eines Programmablaufs diese Drehknöpfe meist ein- bis zweimal betätigen muß. Darum werden besser alle Drehknöpfe des Fernsehempfängers, die man für den Empfang einer Fernsehsendung braucht, auf der vorderen Seite angebracht.

Auf der Hinterwand des Empfängerchassis befinden sich nur die Drehknöpfe zur Grundeinstellung des Empfängers: der Drehknopf zur Regulierung der

Vertikallänge des Bildes und der Drehknopf zur Vertikalzentrierung des Bildes. Ein Drehknopf zur Regulierung der horizontalen Bildgröße ist nicht vorhanden, weil meist keine Notwendigkeit besteht, diese zu verändern. Eine geringe Veränderung des horizontalen Rasters kann mit den Widerständen R_{67} und R_{68} vorgenommen werden (Tafel II).

Die Teile der Schaltung, deren Ausmaße nicht genau angegeben sind, können sich während der Montage ändern. Die Einzelteile des Gerätes, die durch eine gestrichelte Linie angegeben sind, befinden sich unter der oberen Grundplatte. Der Gleichrichter für gemeinsame Röhrenspeisung. Die Lage der Einzelteile des Gleichrichters ist unwichtig. Wichtig ist nur, daß der Netztransformator und die Drossel sich möglichst weit von der Kathodenstrahlröhre befinden.

Im Fernsehgerät LTK-9 sind die Gleichrichterröhren auf dem Netztransformator untergebracht.

Der Netztransformator ist aus Blechen des Typs III-40 hergestellt. Die Gesamtdicke der Bleche beträgt 65 mm, der Kernquerschnitt 26 cm^2 , das Fenster hat ein Ausmaß von $60 \times 20 \text{ mm}$. Die Transformatorwicklungen haben folgende Windungszahlen:

1. Die Netzwicklung I für 127 V hat 250 Windungen des Drahtes CuL 0,7...0,8 mit einer Anzapfung an der 34. Windung. Die Netzwicklung II für 127 V hat 250 Windungen des Drahtes CuL 0,7...0,8 mit einer Anzapfung an der 216. Windung.
2. Die Hochspannungswicklung III für $2 \times 370 \text{ V}$ hat $740 + 740$ Windungen des Drahtes CuL 0,35...0,40 mit einer Anzapfung in der Mitte.
3. Die Wicklung für die Gleichrichterröhrenheizung IV für 5 V hat 10 Windungen des Drahtes CuL 1,2...1,4.
4. Die Wicklung V für die Heizung der Kathodenstrahlröhre mit 6,3 V hat 12 Windungen des Drahtes CuLS 0,8. Falls eine Kathodenstrahlröhre mit einer Heizspannung bis zu 2,5 V verwandt wird (JK-715 und JK-726), ist es empfehlenswert, daß ein Teil der Wicklung (5 Windungen) aus einem stärkeren Draht besteht (1,1...1,3 mm); dabei wird die Anzapfung an diese Windungen gelegt.
5. Wicklung VI für die Röhrenheizung mit $2 \times 6,3 \text{ V}$. Die Windungszahl der ganzen Spule ist 26 mit einer Anzapfung in der Mitte; verwandt wird der Draht CuL 1,7. Zur Heizung der Röhre Γ -411, die man an Stelle der Röhre Γ -807 verwenden kann, muß man auch die 20. Windung anzapfen.
6. Die Wicklung VII für die Heizung der Hochspannungsgleichrichterröhre mit 2,5 V hat 5 Windungen, die aus einem Draht mit Chlorvinylisolation und einem Querschnitt von ungefähr 1 mm^2 gewickelt sind. An diese Wicklung legt man am besten Anzapfungen für eine Spannung von 1 V (von zwei Windungen) für die Heizung der Gleichrichterröhre 1 II 1 an, die die Gleichrichterröhre 879 ersetzen kann.

Die Wicklung für die Heizung des Hochspannungsgleichrichters muß von den anderen Wicklungen und dem Transformator Kern gut isoliert sein, da sie gegenüber der Erde ein Potential von 5...7 kV hat.

Es ist vorteilhaft, wenn der Transformator eine gesonderte Wicklung für die Heizung der Gleichrichterröhre 5II4C hat, die im Horizontalkippgerät als Dämpferröhre dient (Röhre RÖ₁₈).

Die Siebschaltung des Gleichrichters enthält die Drossel Dr. Die Drossel enthält Bleche des Typs III-32, Dicke der Blechpackung ist 40 mm, Querschnitt des Kernes $12,8 \text{ cm}^2$. Die Drossel hat ungefähr 3000 Windungen, die aus dem Draht CuL 0,35...0,41 hergestellt sind. Der Wirkwiderstand der Wicklung soll nicht größer als 100Ω sein. Der Drosselkern hat einen Luftspalt von 0,5 mm. Für den Netztransformator und die Siebdrossel kann man Transformatorbleche verwenden, die andere Ausmaße haben als die oben angegebenen. Bei Einhaltung der angegebenen Größe des Kernquerschnittes ändert sich die Zahl der Trans-

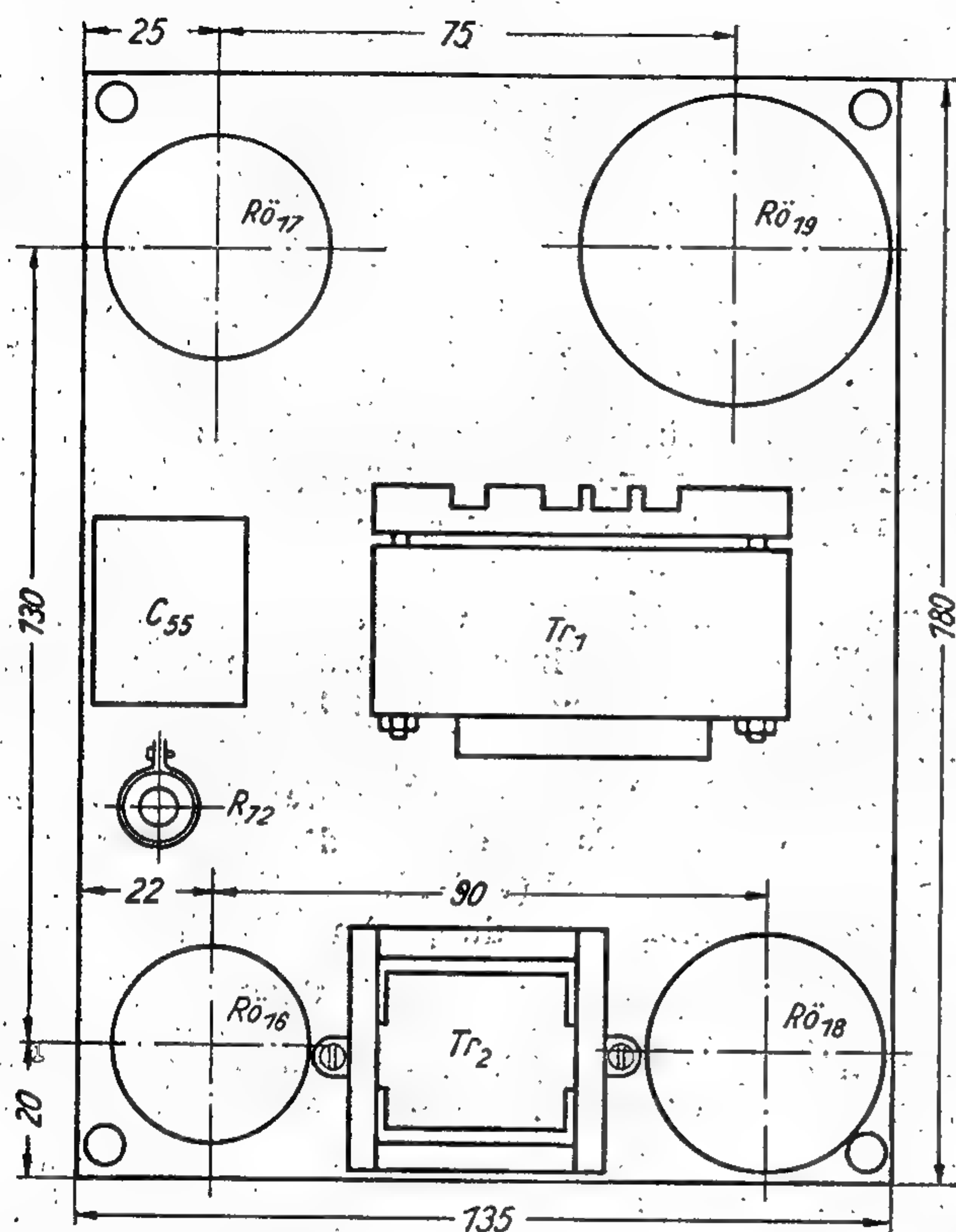


Bild 13. Lage der Einzelteile auf dem Grundbrett für das Horizontalkippgerät

formator- und Drosselwindungen nicht.

Einzelteile des Horizontalkippgerätes. Wie schon erwähnt wurde, befinden sich die Einzelteile der Schaltung für die Horizontalablenkung auf einem besonderen Grundbrett (Bild 13). Zu diesem Zwecke befindet sich im Kippgerät- und Gleichrichterchassis ein entsprechender Ausschnitt. Das Grundbrett, auf dem alle Einzelteile für die Horizontalablenkung montiert werden, besteht aus Pertinax, Textolith oder einem anderen Isolationsmaterial. Der Transformator Tr_2 des Horizontal-Blocking-Oszillators hat einen Kern mit einem Querschnitt von $1,5 \dots 2 \text{ cm}^2$. Die primäre Gitterwicklung hat 300 Windungen, die sekundäre Anodenwicklung 200 Windungen, die aus dem Draht CuL oder CuLS 0,1...0,12 hergestellt sind. Zwischen Kern und Wick-

lungen muß man dicke Zwischenschichten aus Karton legen (0,5...1 mm), damit die Kapazität zwischen ihnen gering ist. Die Wicklungen können auf Spulenkörper gelegt werden oder auch freitragend ausgeführt sein.

Die Wicklungen des Transformators Tr_1 für die Horizontalablenkung befinden sich auf zwei Spulenkörpern aus durchsichtigem Kunstharz. Auf dem ersten (inneren) Körper sind die Ausgangs- und die Dämpferwicklung angeordnet, auf dem zweiten (äußeren) Körper die Anodenwicklung. Die Wicklung für die Heizung des Hochspannungs-Gleichrichterrohres befindet sich in einem besonderen Nutenring aus durchsichtigem Kunstharz. Die Konstruktion eines Trans-

formators, der aus zwei Spulenkörpern besteht, wird in Bild 14 gezeigt. Dieser Transformator kann sowohl als Ausgangstransformator im Horizontalkippgerät mit Fremderregung als auch als Transformator in einem selbsterregten Generator benutzt werden. Im letztgenannten Falle wird die Dämpferwicklung als Gitterwicklung benutzt.

Für den Transformator eines Stromgenerators muß man gutes Transformatorblech nehmen (dünnes Blech mit geringen Verlusten), aber auch mit gewöhnlichem Transformatorblech erzielt man eine genügend gute Horizontalablenkung. Der Kernquerschnitt des Transformators soll ungefähr 6 bis 7 cm² betragen. Bei geringerem Kernquerschnitt kann der Transformator zwar einen Raster von genügender Größe herstellen, aber die Linearität der Horizontalablenkung ist dann schlecht.

Die Ausmaße der Transformatorkörper bei Anwendung von Transformatorblechen des Typs III-26 und einer Gesamtdicke des Blechpakets von 28 mm (Kernquerschnitt 7,28 cm²) sind in Bild 15 angegeben. Für den Transformator gelten folgende Daten:

1. Ausgangswicklung I — 75 Windungen des Drahtes CuLS 0,31, die in drei Abteilungen zu je 25 Windungen gewickelt sind.
2. Dämpferwicklung II — 360 Windungen des Drahtes CuLS 0,18...0,2, die in vier Abteilungen zu 110, 90, 90 und 70 Windungen gewickelt sind.
3. Anodenwicklung III — 700 Windungen des Drahtes CuLS 0,12...0,15, die in sieben Abteilungen mit Anzapfungen an der 460., 550. und 630. Windung gewickelt sind.
4. Die Heizwicklung für die Hochspannungs-Gleichrichterröhre 1 U 1 hat eine Windung, die aus dem Draht CuLS 0,4...0,5 hergestellt ist.

Alle Windungen werden in Scheiben gewickelt. Die Windungen in den einzelnen Kammern werden wild gewickelt. Bei der Wicklung muß man darauf achten, daß in den einzelnen Kammern die oberen Windungen nicht die unteren Windungen berühren, da dies zum Durchschlagen führen kann.

Zur Beseitigung von Eigenschwingungen im Transformator wird die Zahl der Windungen in den einzelnen Kammern nicht gleich gehalten.

In den ersten Kammern der Dämpferwicklung ist die Anzahl der Windungen geringer als in den nachfolgenden. In der Anodenwicklung ist umgekehrt die Anzahl der Windungen in den ersten Kammern höher als in den nachfolgenden. Die Zuleitungen zu der Anoden- und Dämpferwicklung müssen aus biegsamem Draht bestehen, der in den Kammern mit Fäden oder Lack befestigt ist. Die Zulei-

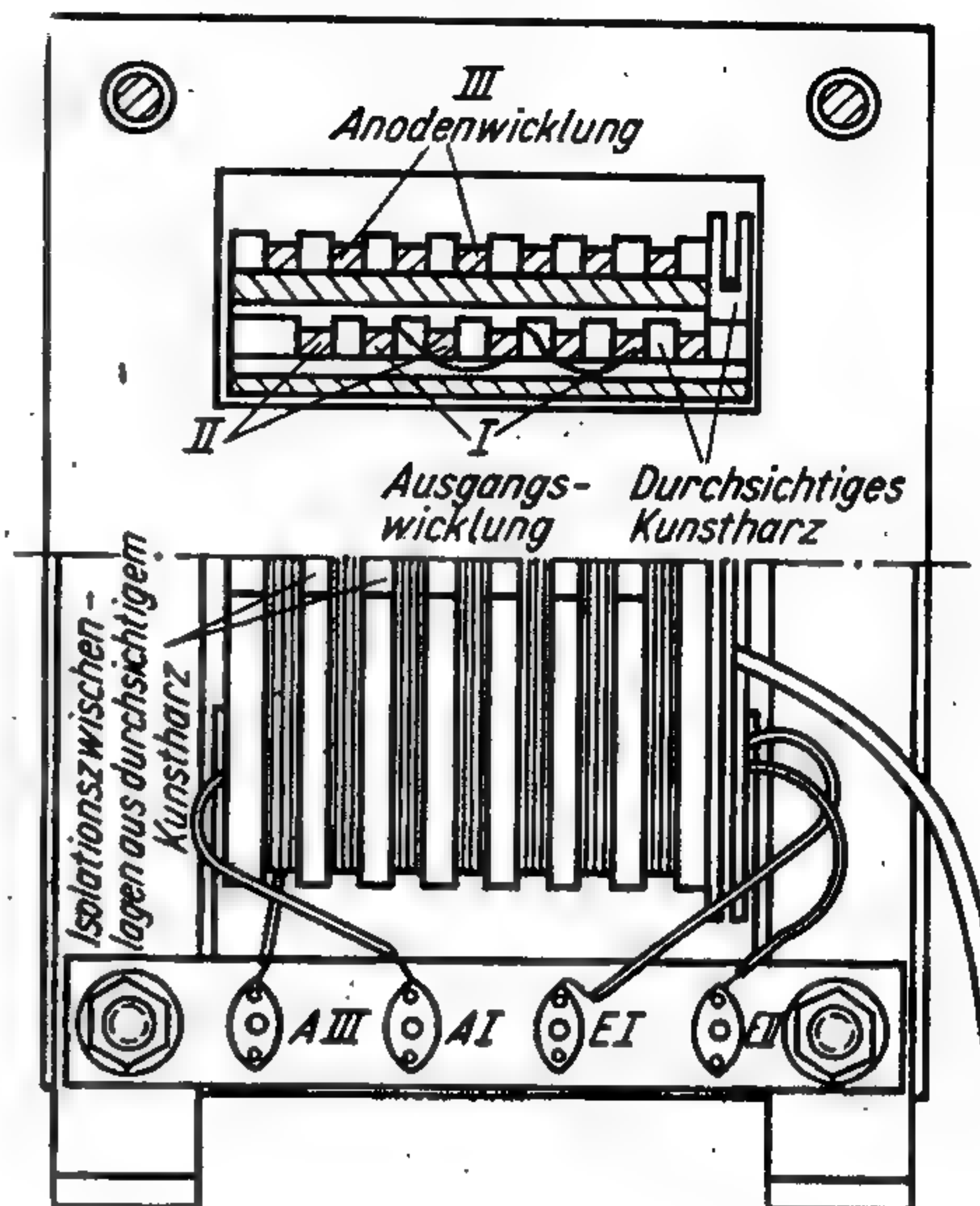


Bild 14. Konstruktion des Ausgangstransformators für die Horizontalablenkung

tungen und Anzapfungen zur Anodenwicklung muß man durch Überziehen mit Chlorvinylröhrchen sorgfältig isolieren.

Zuerst wird die Dämpferwicklung II gewickelt, nachdem vor Beginn des Wickelns auf den Draht drei dünne (1...1,5 mm Durchmesser) Chlorvinyl-

röhrchen von je 40 mm Länge gezogen worden sind.

Dann wird an den Draht ein zweiter dünner, biegsamer Draht mit guter Isolation gelötet und über die Lötstelle ein dünnes Röhrchen gezogen. Das Aufwickeln beginnt bei der ersten linken Kammer. Hierbei wird die Lötstelle mit dünnem Ölleinen umwickelt und in die Kammer gelegt. Auf diese Weise wird die Zuführung zum Anfang der zweiten Spule durch die nachfolgenden Wicklungen befestigt. Beim Wickeln müssen sich die Chlorvinylröhrchen immer auf dem Draht befinden, der durch sie hindurch geführt wird. In der ersten Kammer werden ungefähr 70 Windungen untergebracht. Darauf wird der Draht mit dem auf ihm befindlichen ersten Chlorvinylröhrchen in die Nut gelegt. Dann wickelt man die zweite Abteilung der Dämpferwicklung und legt sie in die dritte Kammer des Spulengestells.

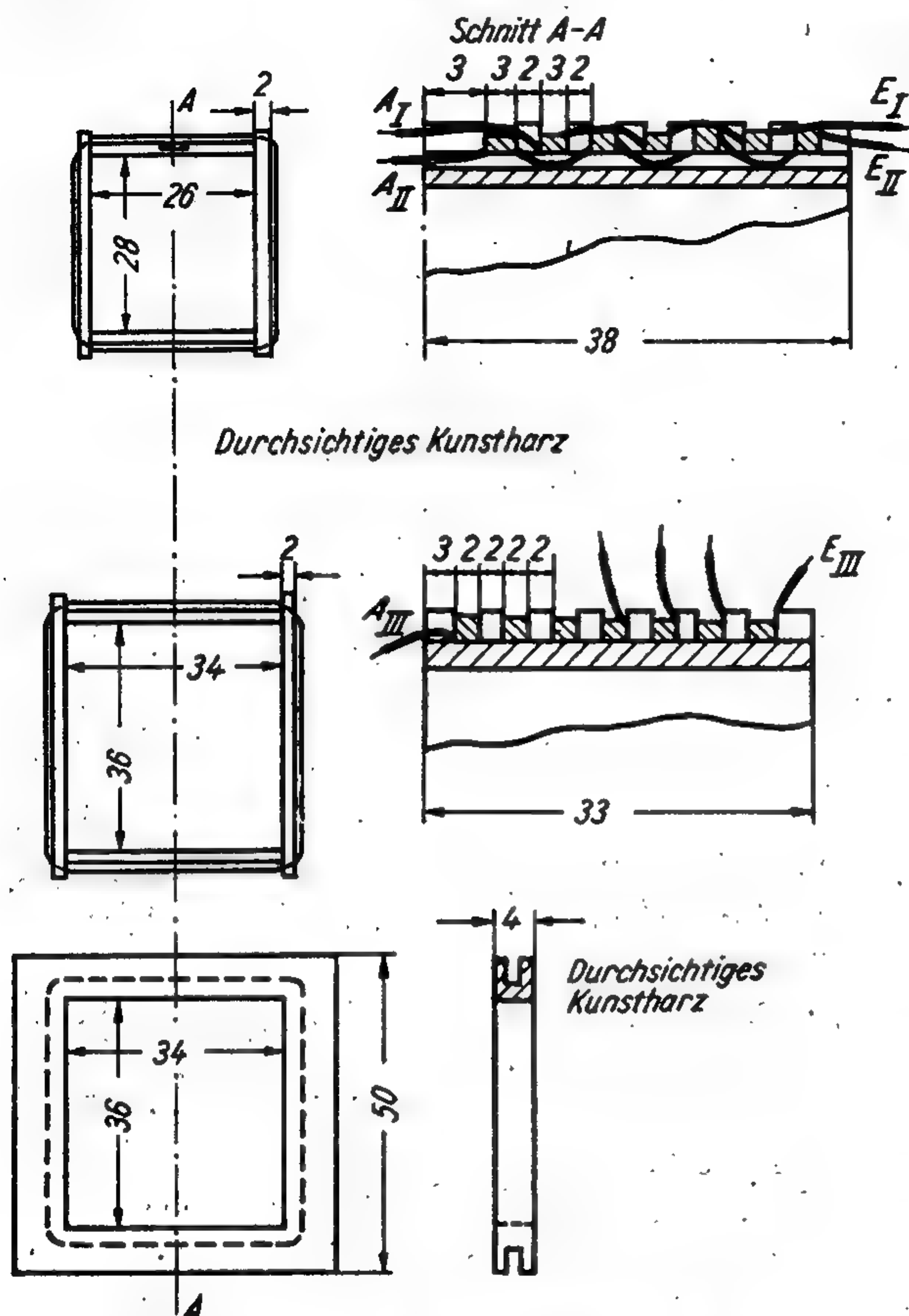


Bild 15. Spulenkörper für die Ausgangswicklung des Transformators für die Horizontalablenkung

In der zweiten Kammer des Spulengestells befindet sich die Ausgangswicklung. Die Längsnut und das Chlorvinylröhrchen verhindern, daß die Isolation zwischen der Ausgangs- und der Dämpferwicklung durchgeschlagen wird.

In die dritte Kammer des Spulenkörpers werden ungefähr 90 Windungen der zweiten Spule gewickelt. Der Übergang von der zweiten zur dritten Abteilung der zweiten Spule erfolgt ebenfalls durch eine Nut und ein Chlorvinylröhrchen. In der dritten und vierten Abteilung werden 90 und 120 Windungen aufgewickelt. Die Zuleitung zum Ende der zweiten Wicklung geht durch die Nut.

Die erste Ausgangswicklung wird in der übriggebliebenen zweiten, vierten und sechsten Kammer des Spulengehäuses untergebracht. Auf den Draht zieht man

vor dem Wickeln zwei Chlorvinylröhrchen für den Übergang von einer Abteilung zur anderen auf. Die Zuleitungen zu der Ausgangswicklung werden aus demselben Draht hergestellt, mit dem die Spule gewickelt wurde, jedoch wird auf ihn ein Chlorvinylröhrchen aufgezogen. In jeder Kammer bringt man 25 Wicklungen unter. Der Übergang von Abteilung zu Abteilung geht durch einen mit einem Chlorvinylröhrchen überzogenen Draht über die Abteilungen der II. Wicklung hinweg. Zur Verbesserung der Isolation werden zwischen das Chlorvinylröhrchen und die Abteilungen zwei bis drei Schichten Ölleinen gelegt.

Die dritte Wicklung (die Anodenwicklung) besteht aus sieben Abteilungen. Der Draht wird beim Übergang von einer Kammer zur anderen ebenfalls in Chlorvinylröhrchen untergebracht. Die Anzahl der Windungen in den Kammern ist: 130, 120, 110, 100, 90, 80, 70. Die Anzapfungen der Anodenwicklung werden an die Enden der drei vorletzten Kammern gelegt.

Die Zuführungen zu den Anzapfungen und dem Ende der Anodenwicklung müssen sehr gut isoliert sein. Der Übergangssteg für die Zuleitungen muß aus gutem Isoliermaterial hergestellt sein (z. B. aus durchsichtigem Edelkunstharz), und der Abstand zwischen Zuführungen und Kern darf nicht kleiner als 6...8 mm sein.

Die Anzapfungen und das Ende der Anodenwicklung sowie die Zuführung zum Anfang der zweiten Wicklung werden an dem oberen Übergangssteg befestigt, die übrigen Zuführungen zu den Transformatorwicklungen an dem unteren Übergangssteg. Der untere Übergangssteg kann aus Pertinax oder Textolith angefertigt sein.

Beim Zusammensetzen des Transformator-kerns ist die Güte der Blechisolation des Transformators besonders zu beachten. Die Bolzen, die den Kern zusammenpressen, müssen von diesem isoliert sein.

Nach Fertigstellung der Transformatoren wird das Gerät für die Vertikalablenkung gebaut. Dabei muß man das Grundbrett der Hochspannungs-Gleichrichterröhre $Rö_{11}$, und die Enden der Leitungen, die zu den Anoden der Röhren $Rö_{11}$, $Rö_{12}$ und $Rö_{13}$ gehen, gut isolieren.

Das fertiggestellte Gerät für die Horizontalablenkung wird auf das Ablenk- und Gleichrichterchassis gesetzt, und es werden die nötigen Speiseleitungen nach der Schaltung der Tafel II angeschlossen.

Einzelteile für die Vertikalablenkung. Der Transformator Tr_2 des Blocking-Oszillators für die Vertikalablenkung ist aus Transformatorblechen III-11 mit einem Kernquerschnitt von $1,5\text{ cm}^2$ hergestellt. Die Primärwicklung (Gitterwicklung) des Transformators besteht aus 3500 und die Sekundärwicklung aus 1500 Windungen des Drahtes CuL 0,08. Die Maße, der Querschnitt des Kernes sowie auch der Drahtdurchmesser für die Transformatorwicklungen können in weiten Grenzen geändert werden. Die Anordnung der Wicklungen des Transformators Tr_2 ist der Anordnung der Wicklungen im Transformator des Horizontal-Blocking-Generators ähnlich.

Die Drossel für die Vertikalablenkung Dr_1 muß ungefähr 10000 Windungen des Drahtes CuL-0,08...0,12 haben; der Kernquerschnitt der Drossel beträgt ungefähr 4 cm^2 . Für die Drossel können Transformatorbleche von III-16 bis III-32 verwandt werden. Der Drosselkern wird mit geringem Luftspalt herge-

stellt (0,3...0,5 mm). Um die Kapazität der Drossel und die Gefahr des Durchschlagens zu verringern, stellt man die Drosselwicklung am besten in drei Kammern her.

Als Drossel Dr_v kann man eine Niederfrequenzdrossel verwenden und sogar einen Niederfrequenztransformator (z. B. einen Kopplungstransformator), wenn er eine Windungszahl und einen Kernquerschnitt hat, deren Größen den oben angegebenen nahekommen.

Das Ablenk- und Bündelungssystem. Das Ablenk- und Bündelungssystem muß sowohl für die Kathodenstrahlröhre 23 JK-1 B als auch für JK-715 A berechnet sein.

Diese beiden Kathodenstrahlröhren unterscheiden sich voneinander nicht nur durch den Schirm-, sondern auch durch den Halsdurchmesser. Die Kathodenstrahlröhre 23 JK-1 B und auch die Röhre 30 JK-1 B haben einen Halsdurchmesser von 35 mm, die Röhre JK-715 A hat einen solchen von 33,5 mm.

Das Ablenk- und Bündelungssystem berechnet man zweckmäßigerweise gleichzeitig sowohl für die Röhre JK-715 A als auch für die Röhre 23 JK-1 B. In diesem Falle muß der Öffnungsdurchmesser für die Kathodenstrahlröhre im Ablenk- und Bündelungssystem ungefähr 36 mm sein. Falls die Röhre JK-715 A verwandt wird, setzt man eine zusätzliche dünne Zwischenscheibe aus Preßspan ein. Wird aber das Fernsehgerät nur für die Verwendung der Röhre JK-715 A berechnet, so ist das Ablenkungssystem nur für diese Röhre herzustellen, da die Vergrößerung des Öffnungsdurchmessers für die Kathodenstrahlröhre von 33,5 auf 36 mm eine bedeutende Verringerung der Bildgröße zur Folge hat.

Weiter unten folgt die Beschreibung des Ablenksystems, das für die Anwendung der Röhre 23 JK-1 B berechnet ist. Eine ebensolche Konstruktion des Ablenksystems kann auch für die Röhre JK-715 A bei entsprechender Verringerung des inneren Öffnungsdurchmessers benutzt werden.

Das Ablenk- und Bündelungssystem besteht aus zwei Paar Ablenkspulen und einer Bündelungsspule.

Die Ablenkspulen AS dienen zur Ablenkung des Strahles in der Kathodenstrahlröhre in vertikaler und horizontaler Richtung. Die Bündelungsspule BS kann gesondert von den Ablenkspulen gebaut werden.

Die Spulen zur Vertikalablenkung. Damit die Eigenkapazität gering bleibt, werden sowohl die Spulen zur Vertikalablenkung als auch die zur Horizontalablenkung in Abteilungen gewickelt. Für das Wickeln der Spulen der Vertikalablenkung wird eine Spezialschablone hergestellt, die in Bild 16 dargestellt ist. Die Seitenscheiben der Schablone werden aus durchsichtigem Kunstharz, Ebonit oder Metall angefertigt. Eine Schablone aus durchsichtigem Material ist zu empfehlen, damit gut zu sehen ist, wie sich die Windungen übereinander lagern. Die Seitenscheiben und besonders ihre Ränder werden sorgfältig poliert, um möglichst zu vermeiden, daß die Drähte beim Wickeln reißen. Die Seitenscheiben der Schablone werden mit einem Bolzen zusammengehalten, der beim Wickeln in der Wickelvorrichtung befestigt wird. Der Abstand zwischen den Scheiben wird je nach dem Durchmesser des verwendeten Drahtes hergestellt,

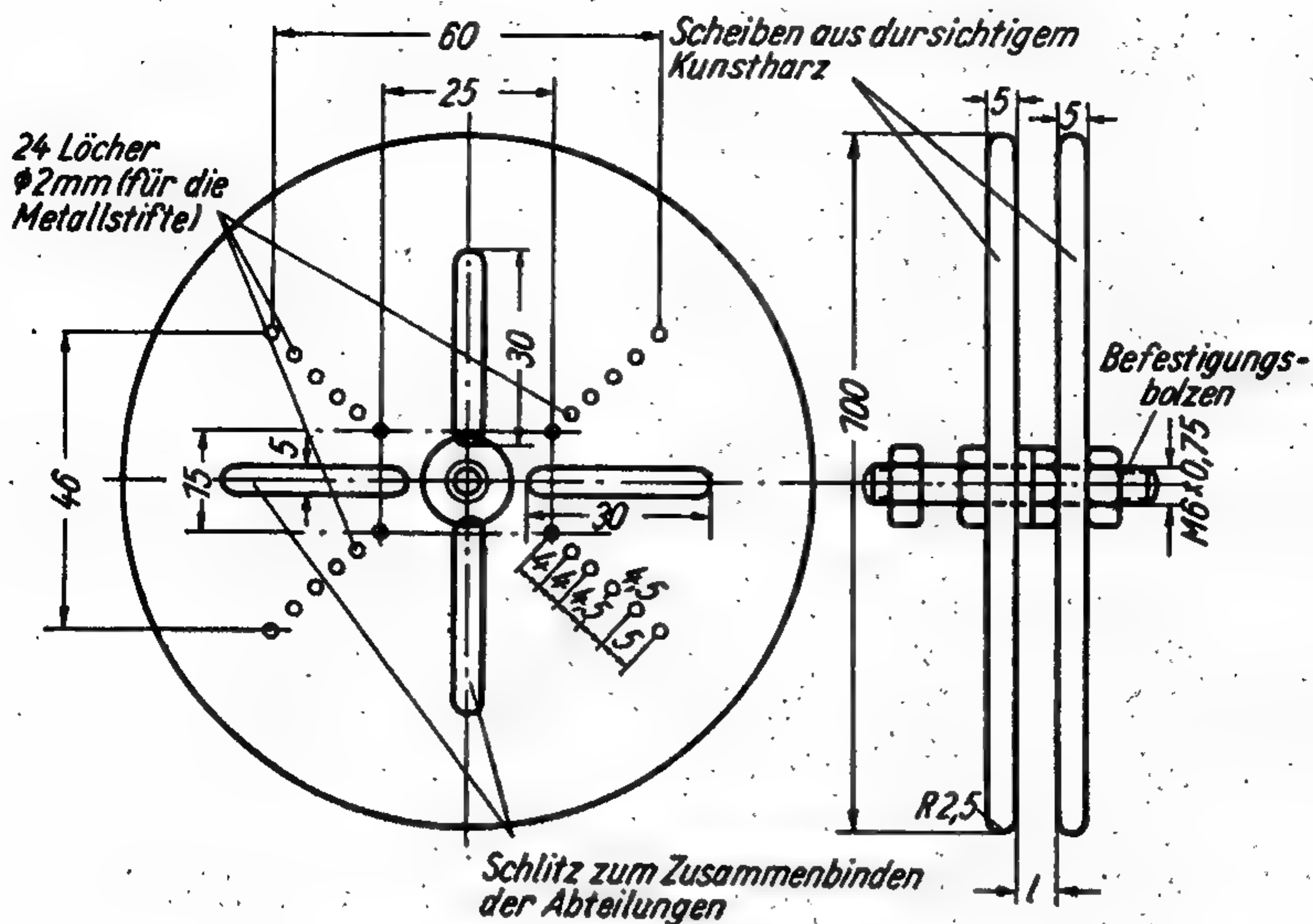


Bild 16. Schablone zur Wicklung der Spulen für die Vertikalablenkung

damit jeder Spulenteil leicht untergebracht werden kann. Für den Draht CuL 0,07 wird ein Abstand von 4 mm genommen, für CuL 0,08 ein Abstand von 5 mm.

Die Spulen zur Vertikalablenkung haben je 6000 Windungen, die in sechs Abteilungen gewickelt sind. In der ersten (inneren) Abteilung werden 600, in der zweiten 800, in der dritten 1000, in der vierten 1100, in der fünften 1200 und in der sechsten 1300 Windungen gewickelt.

Für die Wicklung der Spulenteile sind in der Schablone (Bild 16) 24 Öffnungen mit einem Durchmesser von 2 mm vorhanden, in die man beim Wickeln Stäbchen einsetzt. Die Abstände zwischen den Öffnungen für die Stäbchen werden in jeder Reihe proportional der Windungszahl der Abteilungen gewählt (4; 4; 4,5; 4,5 und 5 mm).

Für die Wicklung der Spulen werden in die dem Mittelpunkt der Schablone am nächsten liegenden Öffnungen jeder Reihe vier sorgfältig polierte Kupfer- oder Stahlstifte von 15...20 mm Länge eingesetzt. Das Ende des Wicklungsdrahtes wird von der inneren Seite der Schablone durch einen der Schlitzte geschoben und an einem der vier Stifte befestigt (umwickelt). Danach beginnt das Wickeln. Man muß darauf achten, daß sich die Windungen zwischen den Stiften gleichmäßig über die ganze Wicklungsbreite lagern. Nach dem Aufwickeln der ersten Abteilung muß man die Stifte in die nächsten Öffnungen einsetzen und die zweite Abteilung wickeln usw. Nach dem Wickeln jeder Abteilung bindet man am besten die Windungen an vier Stellen durch die Schlitzte der Schablone hindurch mit einem starken Faden (0,3...0,5 mm) zusammen. Die Enden der Fäden werden nicht abgeschnitten, sondern an der Schablone befestigt, damit man mit demselben Faden die nächsten Abteilungen zusammenbinden

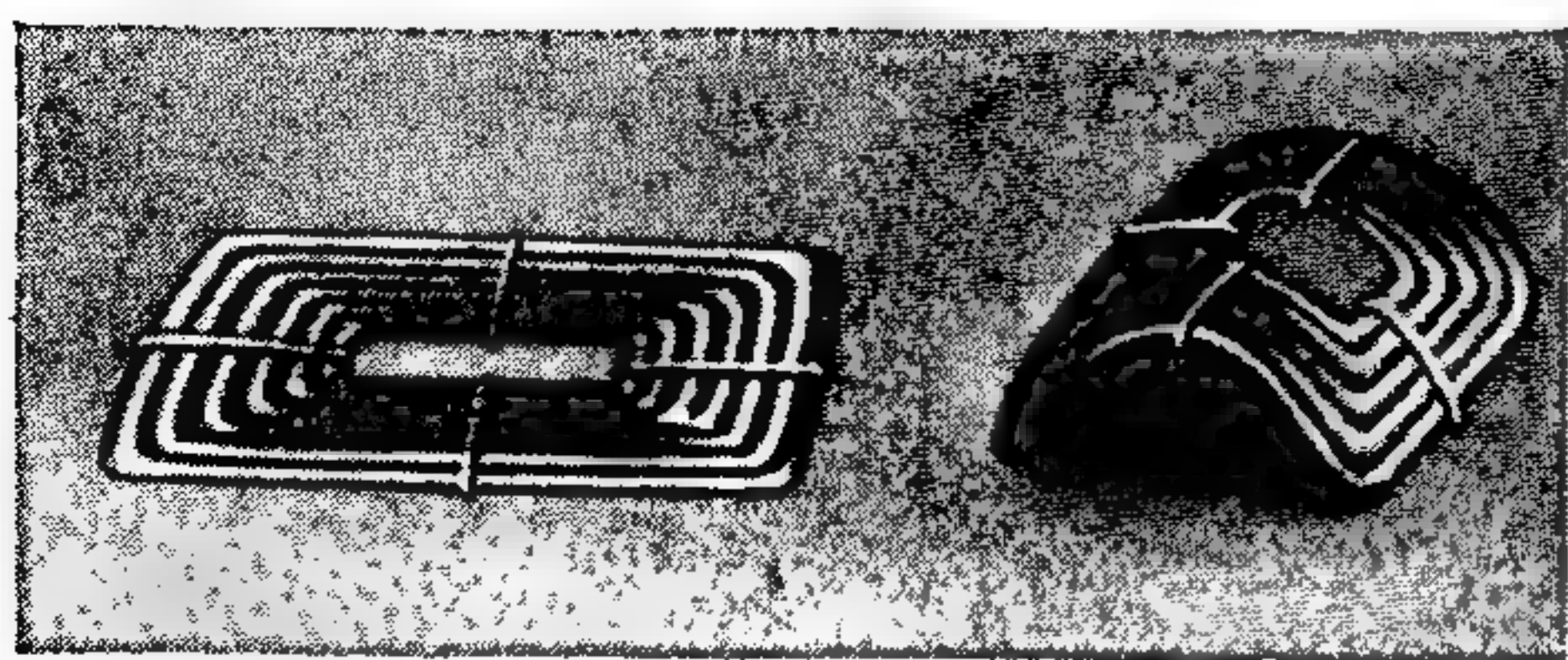


Bild 17. Spule für die Vertikalablenkung
a von der Schablone abgenommen,
b nach dem Verbiegen.

teilungen liegen, daß die Abstände dazwischen vergrößert werden. Sind die Abteilungen zusammengebunden, so wird die Spule abgenommen, und man beginnt mit der Wicklung der nächsten Spule.

Das Wickeln der Spule für die Vertikalablenkung ist möglichst sorgfältig auszuführen, und es ist darauf zu achten, daß die auf der Wickelvorrichtung befestigte Schablone beim Wickeln nicht schlägt. Die Wickelgeschwindigkeit muß gering

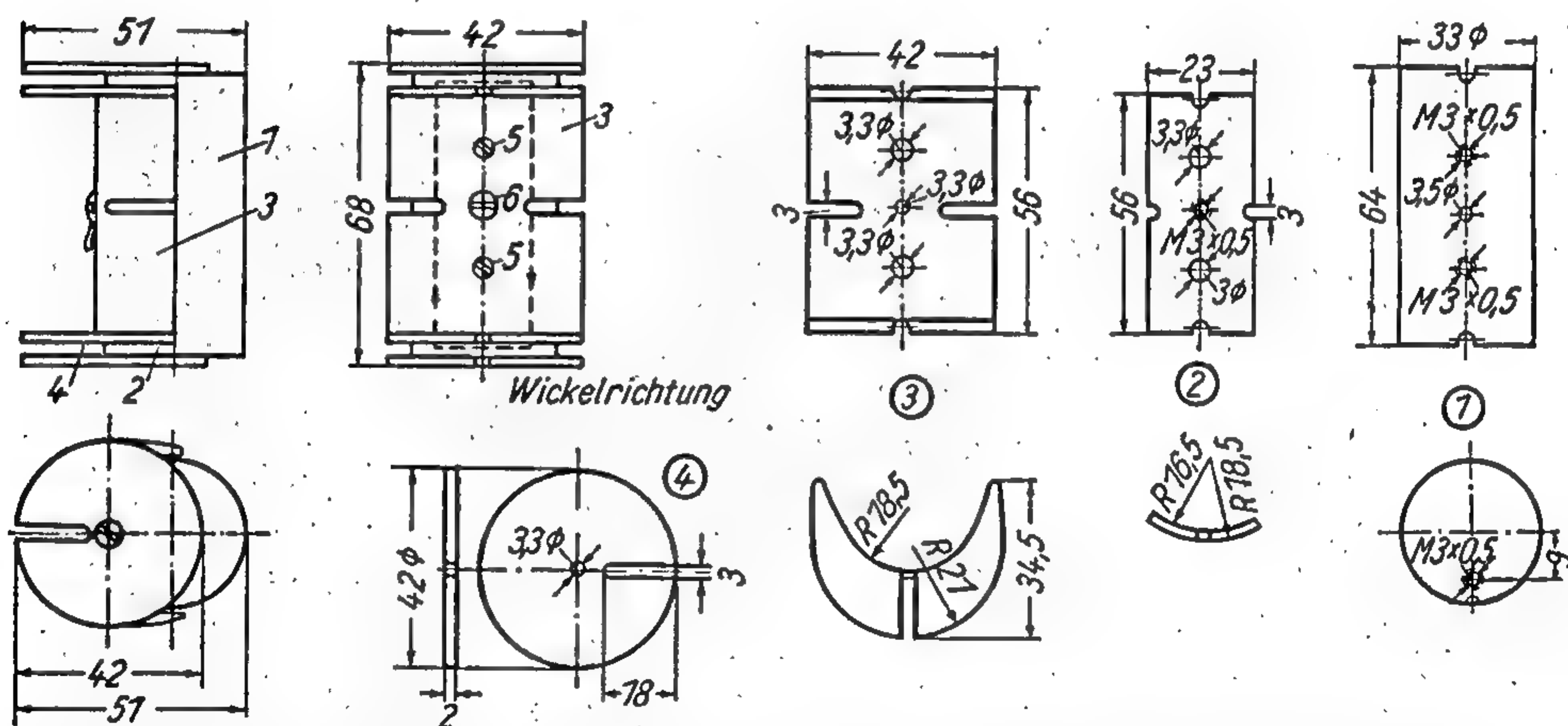


Bild 18

Schablone für das Wickeln der Spulen für die Horizontalablenkung und die zugehörigen Einzelteile

1. Zylinder aus Duraluminium
2. Metallzwischenlage
3. Joch aus Duraluminium
4. Seitenscheibe aus Metall

sein (zwei bis drei Umdrehungen je Sekunde), und der Antrieb der Wickelvorrichtung muß stetig arbeiten, ohne zu rucken. Die Windungen der Abteilungen müssen sich dicht nebeneinander auf die Stifte legen. Falls ein Draht reißt, muß man seine Enden mit Schmirgelleinwand auf einer Länge von 8...10 mm reinigen und zusammendrehen. Die Bruchstelle ist unbedingt mit Kolophonium zu löten und die Lötstelle dann mit einer Lage Paraffinpapier zu umwickeln.

Man muß auch darauf achten, daß die Lötstelle sich zwischen den Stiften befindet. Nach der Wicklung nimmt man die Spule von der Schablone ab und lötet an ihre Enden biegsame, isolierte Zuleitungen von 100...150 mm Länge. Die Zuführungsdrähte müssen an den Abteilungen mit Fäden befestigt werden. Darauf taucht man die Spule 4...10 Minuten lang in kochendes Ceresin und hängt sie zum Trocknen auf. Die erkaltete Spule wird mit Preßspan auf einem Block mit ungefähr 40 mm Durchmesser geformt. Beim Biegen der Spule ist darauf zu achten, daß die Windungen der Spule, vom Spulenanfang gerechnet, im Uhrzeigersinne verlaufen, wenn man von oben auf die auf dem Block liegende Spule schaut.

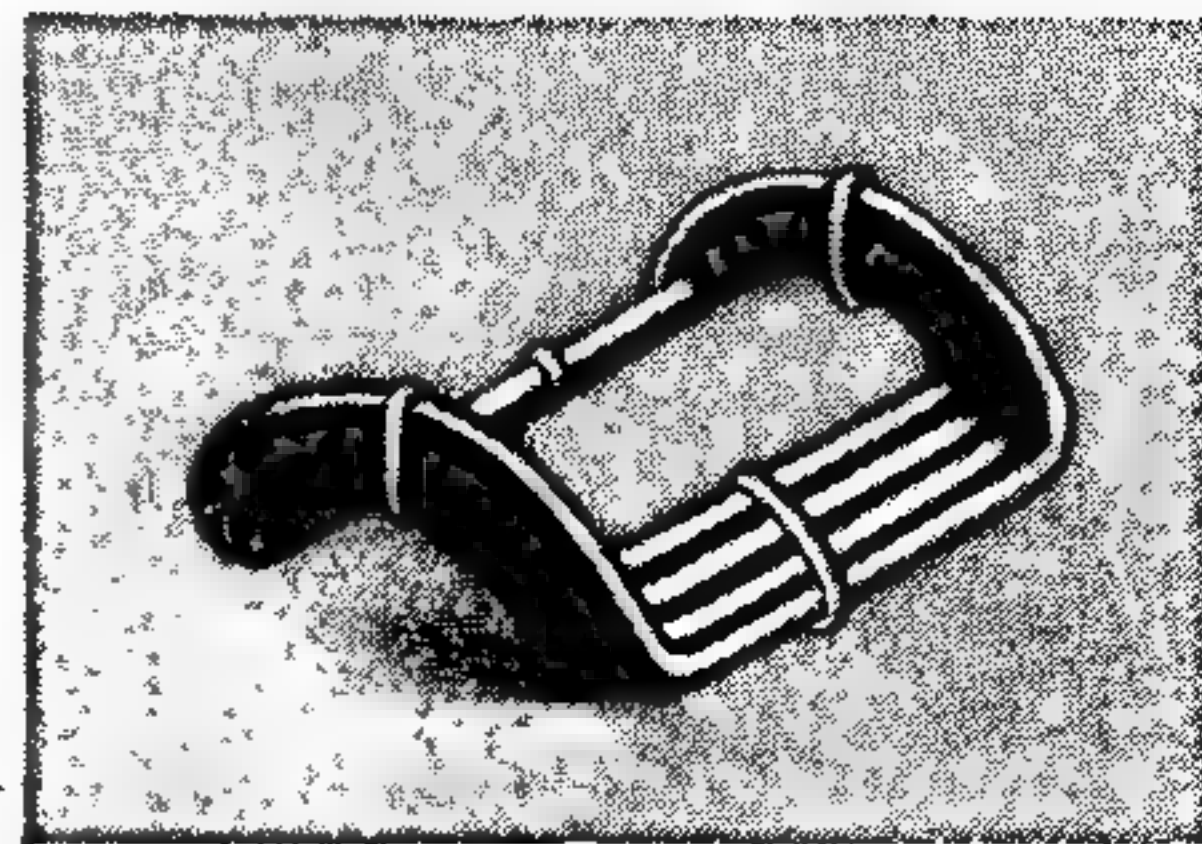


Bild 19. Gesamtansicht einer Spule zur Horizontalablenkung

Bemerkt man beim Biegen der Spule, daß das Ceresin hart geworden ist, so muß man die Spule vor dem Biegen an ein Wechselstromnetz von 120 V anschließen, damit sie sich ein wenig erwärmt. Die geformte Spule wird, ohne daß man sie vom Block abnimmt, mit Papier umwickelt, festgebunden und 30...40 Minuten zum Trocknen liegengelassen.

In Bild 17a wird eine Spule für die Horizontalablenkung gezeigt, wie sie von der Schablone abgenommen worden ist; Bild 17b veranschaulicht dieselbe Spule nach der Formung. Die Spule zur Vertikalablenkung wird aus einem Draht von 0,07 mm Durchmesser gewickelt und muß einen Widerstand von 5000 Ω , bei Verwendung des Drahtes CuL 0,08 einen Widerstand von 4000 Ω haben. Spulen für die Horizontalablenkung. Im Fernsehgerät LTK-9 werden zur Horizontalablenkung niederohmige Spulen benutzt. Diese Spulen werden am besten auf einer Schablone gewickelt, die bereits gewölbt ist. Die Schablone besteht aus Metall und wird nach Bild 18 hergestellt. Die Zuführungen der Ablenkspulen bestehen aus demselben Draht, aus dem die Spulen gewickelt sind; deshalb läßt man ein Ende von 10...15 cm Länge frei. Dann beginnt man die erste Abteilung im Uhrzeigersinne zu wickeln (15 Windungen). Die gewickelten Windungen werden an vier Stellen durch die Schlitz der Schablone hindurch mit Fäden zusammengebunden; dann wickelt man die zweite Abteilung usw. Die gewickelte Spule wird von der Schablone abgenommen; zu diesem Zweck werden die Schrauben 5 gelöst. Damit die Eigenkapazität dieser Spulen nicht vergrößert wird, werden sie nicht getränkt. Bild 19 zeigt eine fertige Spule für die Horizontalablenkung. Die Induktivität einer solchen Spule beträgt ungefähr 280 μH .

Zusammenbau des Systems. Die Ablenkspulen werden auf einen Preßspanzylinder aufgesetzt, dessen Innendurchmesser dem Durchmesser des Halses der Kathodenstrahlröhre gleich ist. Auf diesen Zylinder werden symmetrisch oben und unten die nach Bild 20 in Reihe geschalteten Spulen für die Horizontalablenkung gesetzt. Die Spulen werden am Zylinder mit Fäden oder einem schmalen Ölleinenstreifen befestigt (Bild 21).

Um die Kapazität zwischen den Spulen für die Horizontalablenkung und die Vertikalablenkung zu verringern, wickelt man auf die Spulen für die Horizontalablenkung eine Schicht Schreibpapier von 0,5 mm Dicke, bevor man die Spulen für die Vertikalablenkung aufsetzt.

Die Spulen für die Vertikalablenkung werden unter einem Winkel von 90° rechts und links von den Spulen für die Horizontalablenkung angebracht. Sie werden ebenfalls mit Fäden oder Ölleinstreifen befestigt. Zur Verbesserung der Isolation werden die Spulen der Vertikalablenkung vor dem Einbau mit einer dünnen Ölleinstschicht umwickelt.

Über die Spulen zur Vertikalablenkung wickelt man eine Schicht Schreibpapier und dann drei bis fünf Schichten dünnes Transformatorblech, das den Magnet-

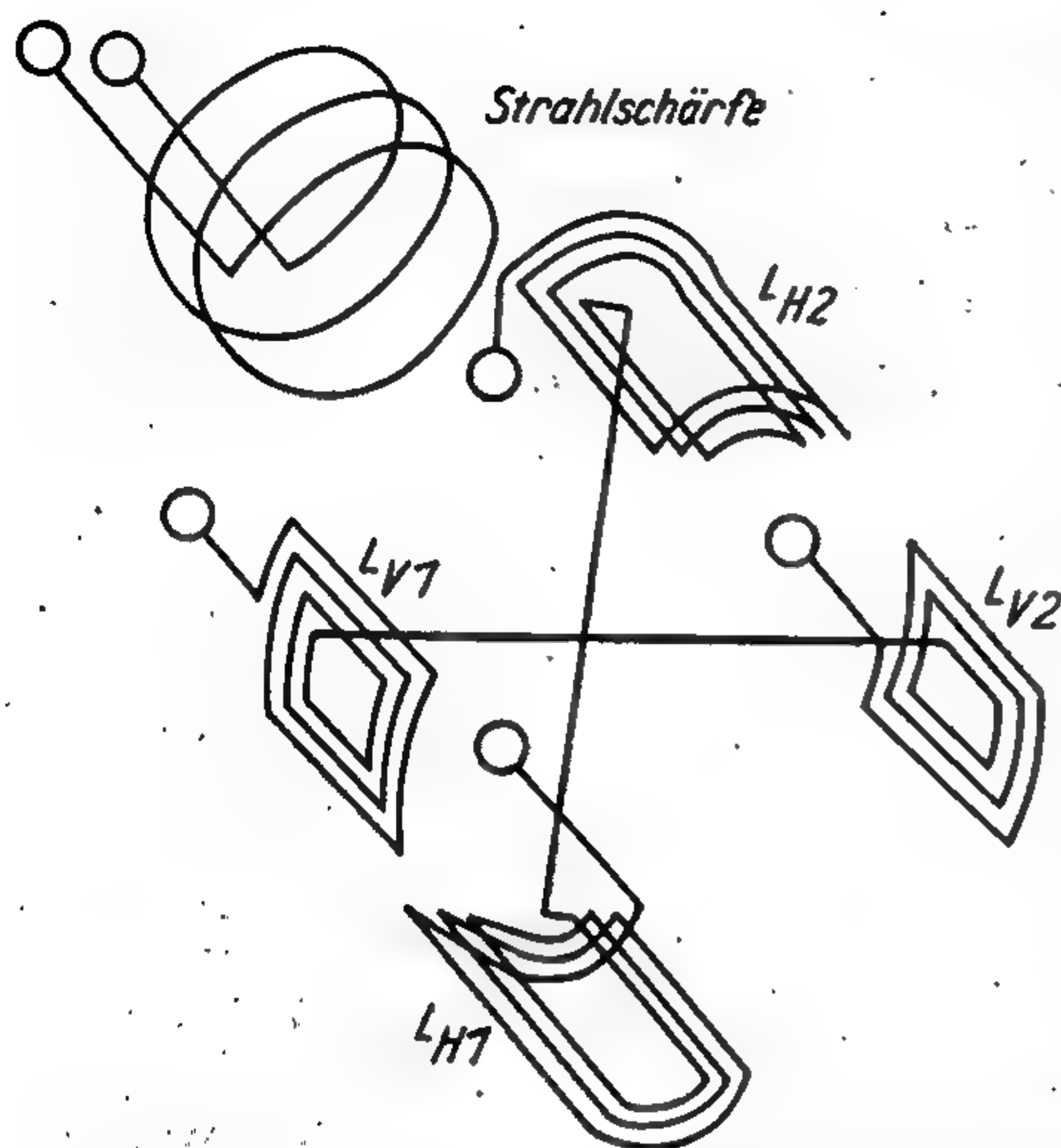


Bild 20. Schaltung der Zuführungen zu den Ablenk- und Bündelungsspulen

fluß aufnehmen soll. Zur Verringerung der Verluste werden die Bleche vor dem Aufwickeln mit einer Schicht dünnen Papiers bedeckt. Diese ferromagnetische Hülse wird ebenfalls mit Fäden befestigt. Die Zuleitungen zu den Ablenkspulen können zu Lötösen geführt werden; sie befinden sich auf einer dünnen Pertinax- oder Textolithplatte, die an dem Ablenkensystem befestigt ist.

Die ferromagnetische Hülse der Bündelungsspule BS-4 besteht aus zwei Stahlringen, die an einem Rohr in einem Abstand von 30 mm voneinander befestigt sind. Das Rohr kann ein Stück Aluminiumrohr oder aus dünnem Blech hergestellt sein. Die Enden des Rohres werden nach außen gebördelt, nachdem die Ringe aufgeschoben sind.

Die Bündelungsspule wird aus einem Draht CuL oder besser CuLS 0,1...0,12

gewickelt; sie muß 20 000...25 000 Windungen haben. Die Zuleitungen zu der Bündelungsspule werden durch Öffnungen geführt, die vorher in die Ringe gebohrt wurden, und an Lötösen angeschlossen, die sich auf einer Pertinaxplatte an einem der Ringe der Bündelungsspule befinden. Nach der Fertigstellung legt man um die Spule eine ferromagnetische Hülse, die aus einem Stahlzylinder oder aus mehreren Schichten Transformatorblech besteht.

Die Bündelungsspule wird mit einer Stütze auf dem Chassis des Fernsehgerätes befestigt. Die Stütze muß etwas elastisch sein, da die Kathodenstrahlröhre 32 JIK-1 B eigentlich am Glaskolben befestigt wird und die Bündelungsspule nur einen Stützpunkt für den Röhrenhals bildet. Wird die Röhre zu unelastisch befestigt, dann können deren zufällige Abweichungen von der Achse der Bündelungsspule den Röhrenhals überlasten und die Röhre beschädigen, wenn diese herausgenommen oder das Chassis hochgehoben wird.

Die Kathodenstrahlröhren 23 JIK-1 B und 30 JIK-1 B am Halse so zu befestigen wie die Kathodenstrahlröhre JIK-715 A, ist unzulässig.

In Bild 21 sind die Befestigungen der Röhre 30 JIK-1 B auf dem Chassis und die Ausführung des Ablenk- und Bündelungssystems dargestellt. Der Röhrenkolben wird mit Hilfe einer Stütze und eines Bandes an dem Chassis des Fernsehgerätes

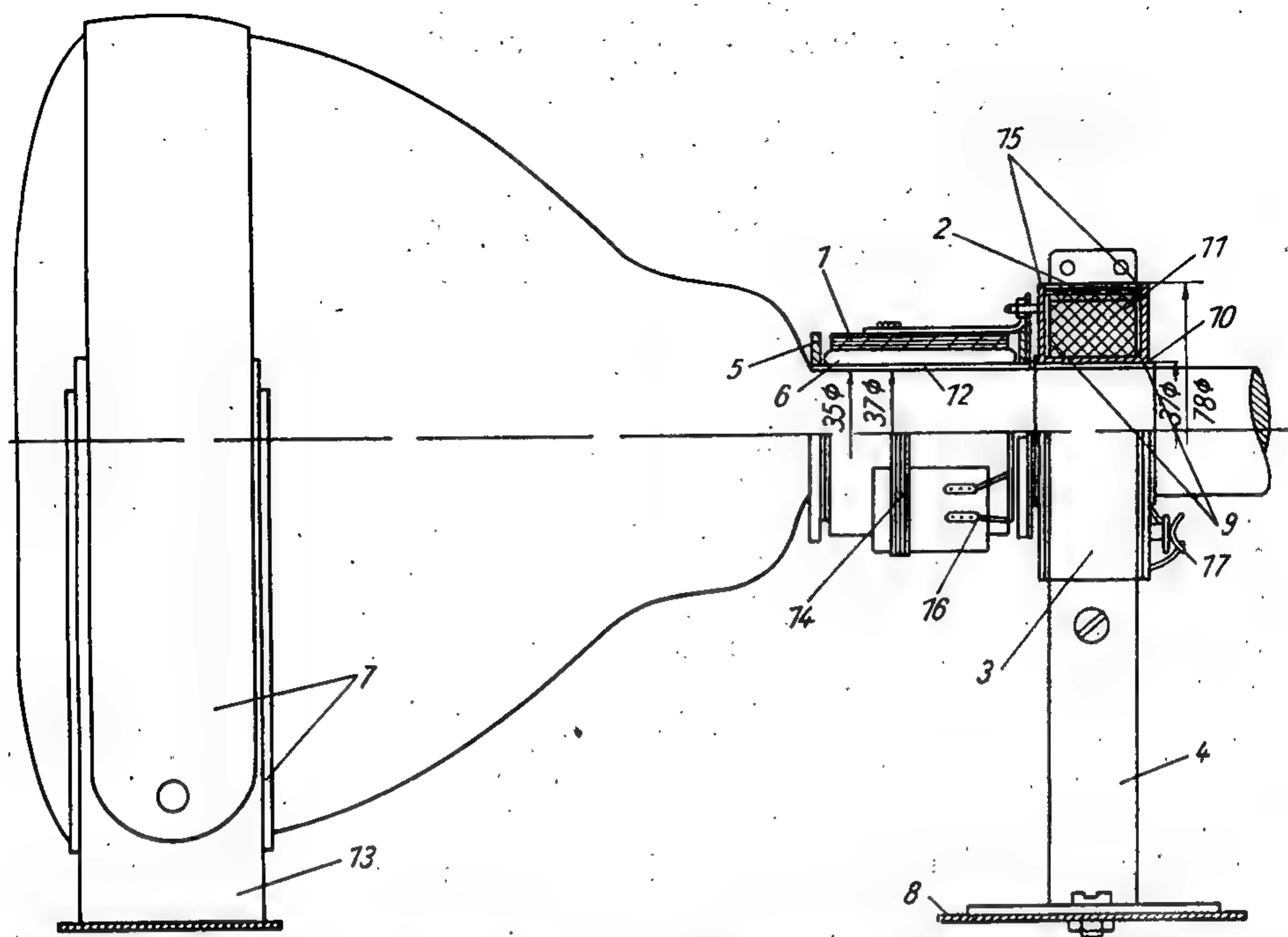


Bild 21. Ausführung des Ablenksystems AS-4, der Bündelungsspule BS-4 und der Befestigung der Röhre auf dem Chassis

1. Ferromagnetische Hülle der Ablenkspulen (3...5 Schichten dünnes Transformatorblech)
2. Ferromagnetische Hülle der Bündelungsspule (3...5 Schichten Transformatorblech)
3. Bündelungsspule BS-4
4. Stütze zur Befestigung der Bündelungsspule
5. Spule zur Horizontalablenkung
6. Spule zur Vertikalablenkung
7. Gummi oder Filz
8. Chassis des Fernsehgerätes
9. Preßspanring
10. Aluminiumröhre
11. Spule f. d. Strahlschärfe
12. Preßspanzylinder
13. Holz- oder Metallgestell
14. Ablenksystem AS-4
15. Stahlringe der Bündelungsspule
16. Anschlüsse der Ablenkspulen
17. Anschlüsse der Bündelungsspule

befestigt. Die Ablenkspulen werden gesondert von der Bündelungsspule montiert und bilden das Ablenksystem AS-4. Damit sich das Ablenksystem auf dem Röhrenhals nicht dreht, muß man es zusammen mit der Bündelungsspule befestigen, etwa mit einem Preßspanring und einer Schraube.

In Bild 22 ist eine andere Möglichkeit der Röhrenbefestigung gezeigt. Die Röhre wird dabei in einer besonderen Hülle untergebracht, die möglichst aus Stahl besteht, damit eine Beeinflussung des Elektronenstrahles durch Magnetfelder verhindert wird. Das Ablenk- und Bündelungssystem ist etwas verändert; dadurch besteht keine Gefahr, daß die Röhre eine schräge Lage einnimmt. Die Bündelungsspule und die Ablenkspulen sind auf einem Zylinder montiert. Die

Zuleitungen zu den Ablenkspulen werden durch Öffnungen in den Scheiben der Bündelungsspule geführt. Diese Art des Ablenksystems ist für die Röhre JK-715 A besser als das oben beschriebene System; hierbei ist eine äußere Hülse nicht nötig. Ein Ablenksystem dieses Typs wird auch im Fernsehgerät LTK-9 angewandt, weil es sowohl für die Anwendung der Röhre 23 JK-1B als auch der Röhre JK-715A vorgesehen ist.

Chassis und Einzelteile der Bild- und Tonempfänger. Bild 23 zeigt das Chassis für die Empfänger des Fernsehgerätes. Die Empfängerstufen sind auf zwei länglichen Platten montiert; der Bildempfänger befindet sich mit Ausnahme des Oszillators auf der einen Platte, der Tonempfänger und der Oszillator auf der anderen. Damit man die Kopplung zwischen den Empfängern verringern, eine bequeme Montage ermöglichen und die Röhre 23 JK-1B möglichst niedrig über dem Chassis unterbringen kann, liegt die Platte für den Tonempfänger im Chassis vertieft.

Alle Schwingungskreise des Bildempfängers sind abgeschirmt. Die Abschirmungen können in verschiedener Weise ausgeführt werden.

Die Spulen der Hochfrequenzschwingungskreise werden auf zylindrische Spulenkörper von 12 mm Durchmesser gewickelt. Die Spule L_1 für die Antennenkopplung (Tafel I) hat zwei Windungen, die aus dem Draht CuLS 0,31...0,35 zwischen die Windungen der Spule L_2 gewickelt sind. Zunächst wickelt man

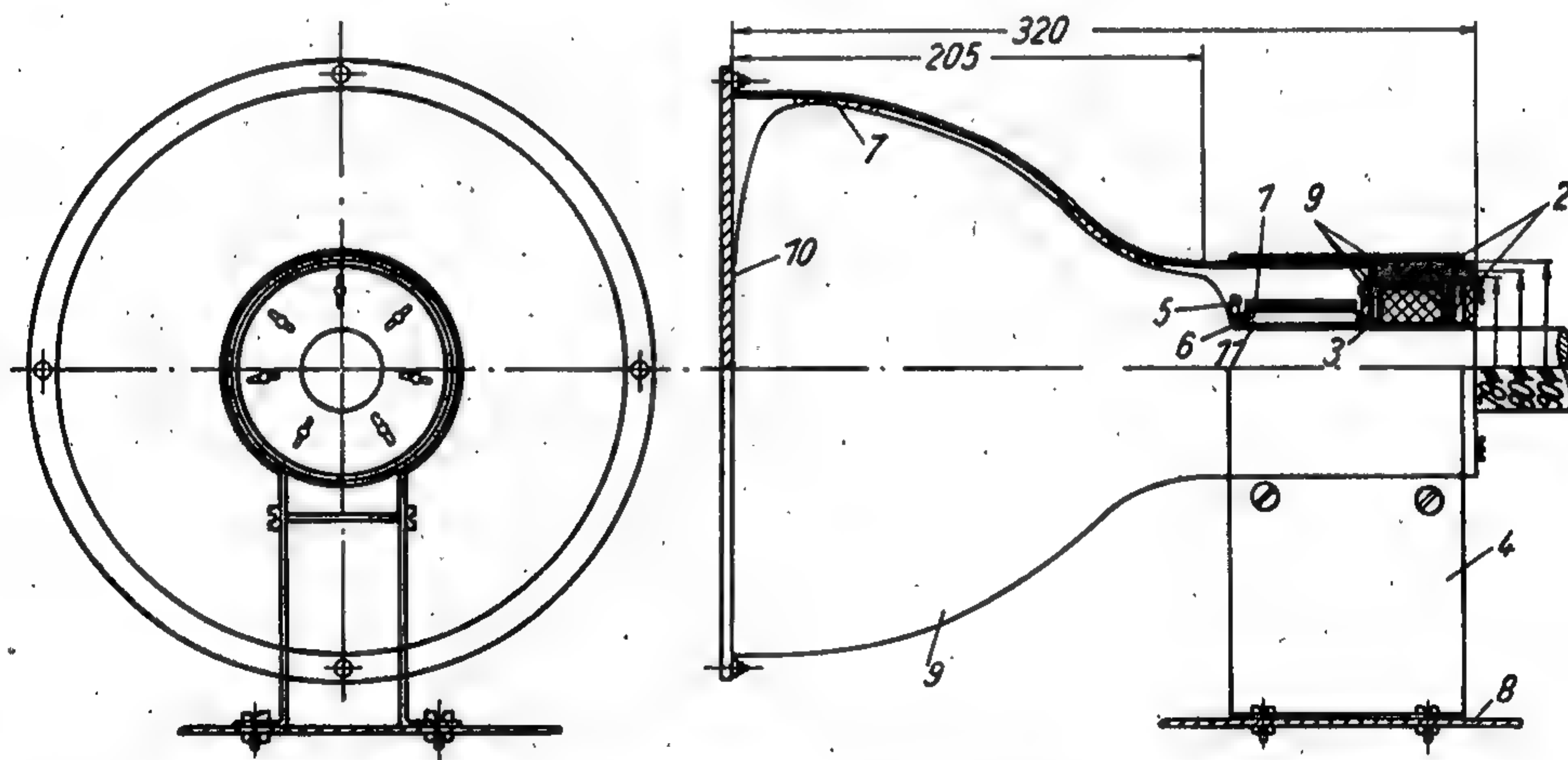


Bild 22. Unterbringung der Kathodenstrahlröhre in einer besonderen Hülle und Ausführung des Ablenk- und Bündelungssystems

1. Ferromagnetische Hülse des Ablenksystems (3...5 Schichten dünnes Transformatorblech mit Papierisolation)
2. Ferromagnetische Hülse der Bündelungsspule (2 Stahlringe und 1 Stahlzylinder)
3. Bündelungsspule
4. Stütze zur Befestigung des Ablenksystems und der Röhre
5. Spule zur Horizontalablenkung
6. Spule zur Vertikalablenkung
7. Gummi- oder Filzzwischenlage
8. Chassis
9. Metallhülle für die Röhre
10. Durchsichtiges Edelkunstharz
11. Preßspanhülse

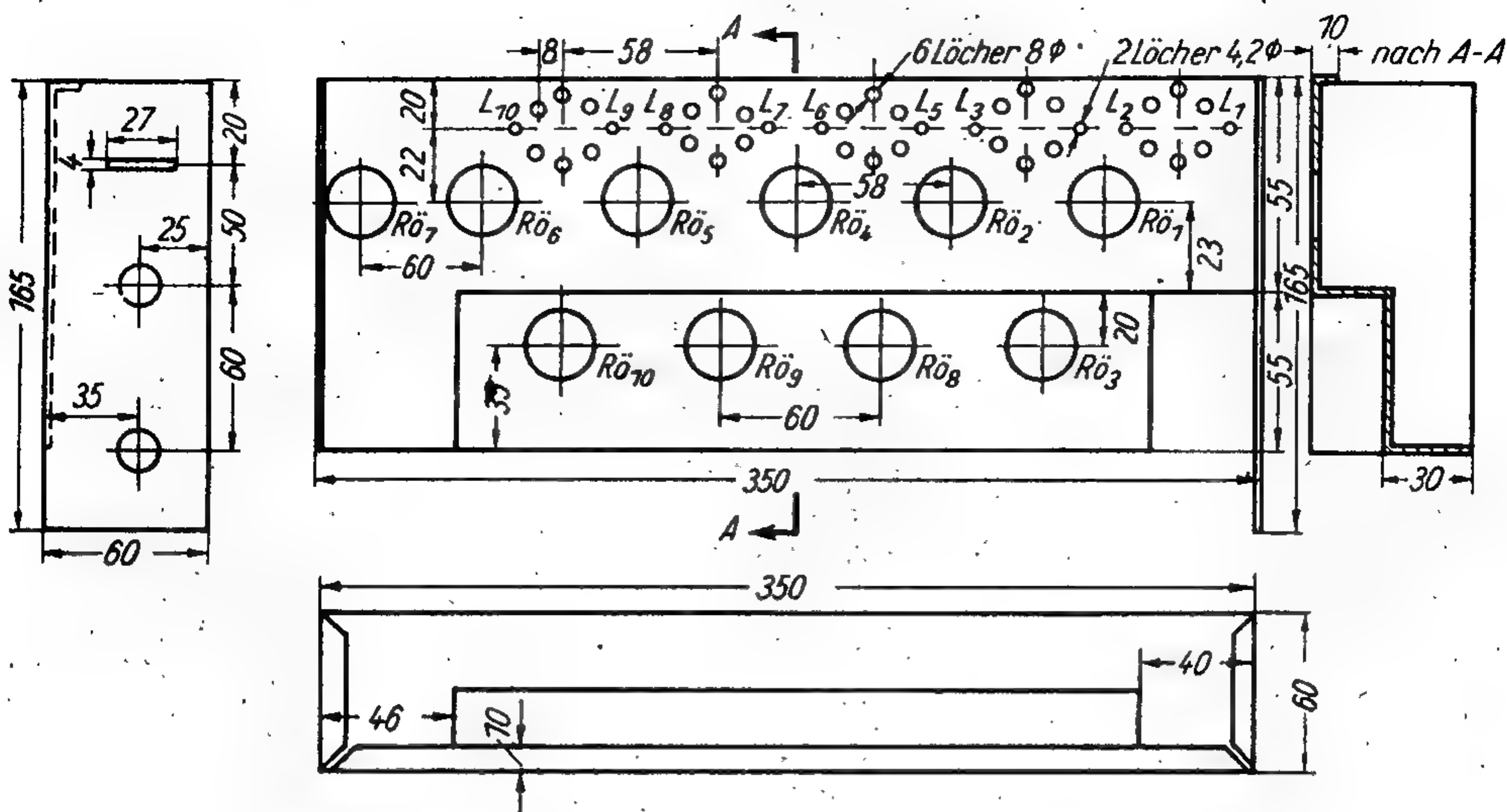


Bild 23. Einteilung des Chassis für den Bild- und den Tonempfänger

Windung an Windung die Spule L_1 , die fünf Windungen des Drahtes CuL 0,6 bis 0,7 hat, und dann zwischen die Windungen der Spule L_1 , näher zu ihrem geerdeten Ende, die Spule L_2 . Damit die Windungen der Spule L_2 dicht auf dem Spulenkörper liegen, werden sie gesondert auf eine runde Schablone mit einem etwas kleineren Durchmesser als dem des Spulenkörpers gewickelt. Schließlich wird die Spule auf den Spulenkörper geschoben, und im Schwingungskreis werden nach Tafel I die Verbindungen hergestellt.

Die Spule L_3 wird mit dem gleichen Draht wie die Spule L_2 gewickelt und besitzt vier Windungen. Die Windungszahl der Spulen L_2 und L_3 sind für den Empfang von Fernsehprogrammen auf dem zweiten Kanal berechnet. Für den Empfang auf dem dritten und ersten Kanal müssen die Spulen L_2 und L_3 vier und drei Windungen haben, wobei zum Empfang auf dem ersten Kanal die Kondensatoren C_1 und C_4 zugeschaltet werden.

Diese Trimmer bestehen aus Keramik und haben eine Kapazität von $4,5 \dots 12$ oder $6 \dots 25$ pF. Solche Trimmer werden auch in den Schwingungskreisen der Zwischenfrequenzverstärker beider Empfänger verwandt.

Der Schwingungskreis des Oszillators befindet sich unter dem Chassis. Die Spule L_4 wird freitragend gewickelt und nicht abgeschirmt. Um eine genügende Festigkeit zu erhalten, nimmt man zum Wickeln dicken, versilberten Draht von 2 mm Durchmesser. Die Spule L_4 hat insgesamt 5 Windungen. Die Anpassung für die Erdung erfolgt an der ersten Windung und für die Verbindung mit der Kathode an der zweiten Windung.

Der innere Spulendurchmesser beträgt 12 mm. Der Wicklungsschritt ist 4 mm. Für den Empfang des dritten und des ersten Kanals bleibt die

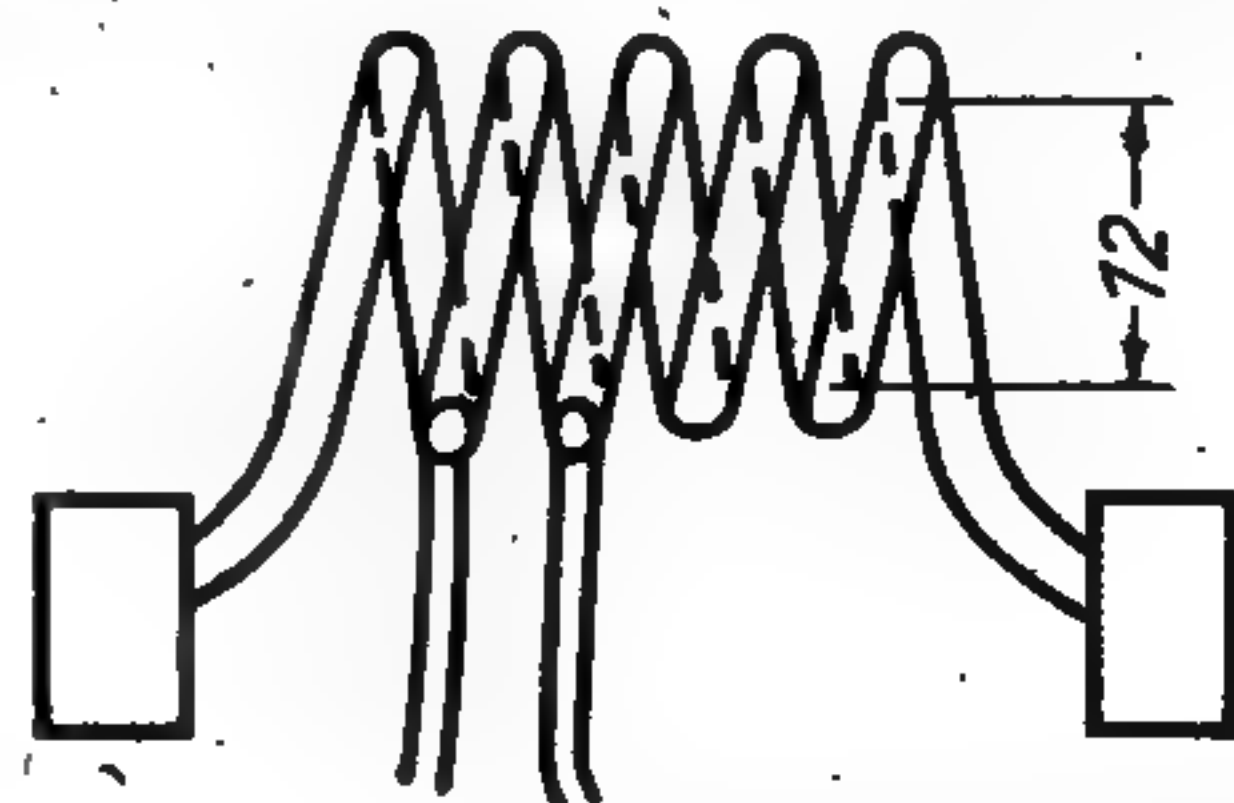


Bild 24. Spule des Oszillatorschwungkreises der Empfänger

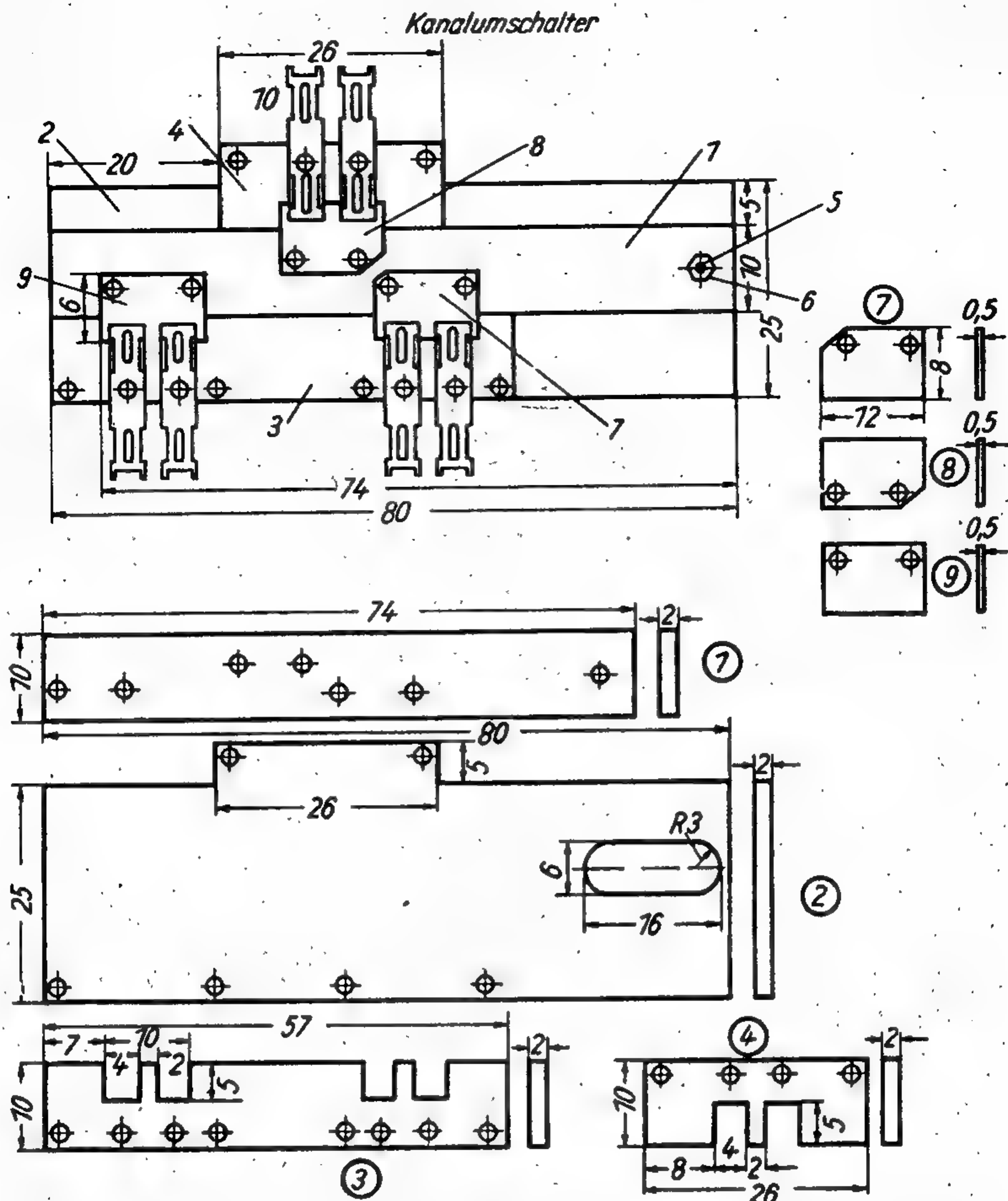


Bild 25 a). Kanalumschalter im Fernsehgerät LTK-9 nebst Einzelteilen. Einzelteile des Kanalumschalters:

1. Schieberplatte aus Pertinax
2. Platte aus Pertinax
3. Kammartige Platte aus Pertinax
4. Kammartige Platte aus Pertinax
5. Schraube M3
6. Mutter M3
7. Umschalterlamelle aus Messing
8. Lamelle aus Messing
9. Lamelle aus Messing
10. Kontaktplättchen aus Wellenbereichumschaltern

Windungszahl die gleiche, aber der Windungsschritt vergrößert sich auf 6 mm. Bild 24 zeigt die Ausführung der Spule des Oszillatorschwingungskreises.

Der Kapazitätsbereich des Kondensators C_{10} zur Oszillatorabstimmung liegt zwischen 5 und 10 pF. Der Kondensator C_{11} besteht aus Keramik, und seine Kapazität ändert sich zwischen 4,6 und 12 pF. Als Kondensator C_{10} wird ein Abstimmkondensator des im Fernsehempfänger „Moskwitsch T-1“ verwendeten

Montageplatten des Bild- und des Tonempfängers liegt. Zum Verschieben des Umschalterschiebers längs der Kontakte der Montageplatten wird ein gewöhnlicher Hebelmechanismus benutzt.

Die Zwischenfrequenzspulen des Bild- und des Tonverstärkers sind Windung an Windung aus einem Draht CuLS 0,2 auf dünnen Preßspanhülsen von 12 mm Durchmesser gewickelt.

Die Spulen haben folgende Windungszahlen:

$L_5 - 11$, $L_6 - 18$, $L_7 - 11$, $L_8 - 10$, $L_9 - 12$, $L_{10} - 15$, $L_{11} - 16$, $L_{14} - 12$, $L_{15} - 12$.

Die Spule L_{11} ist aus zwei nebeneinanderliegenden Drähten gewickelt (je 1 Draht mit 6 Windungen für jede Spulenhälfte). Der Anfang des einen Spulenteiles wird mit dem Ende des anderen Spulenteiles verbunden; dadurch erhält man eine Mittelanzapfung der Spule. Der andere Anfang und das andere Ende bilden die Enden der ganzen Spule (Bild 26).

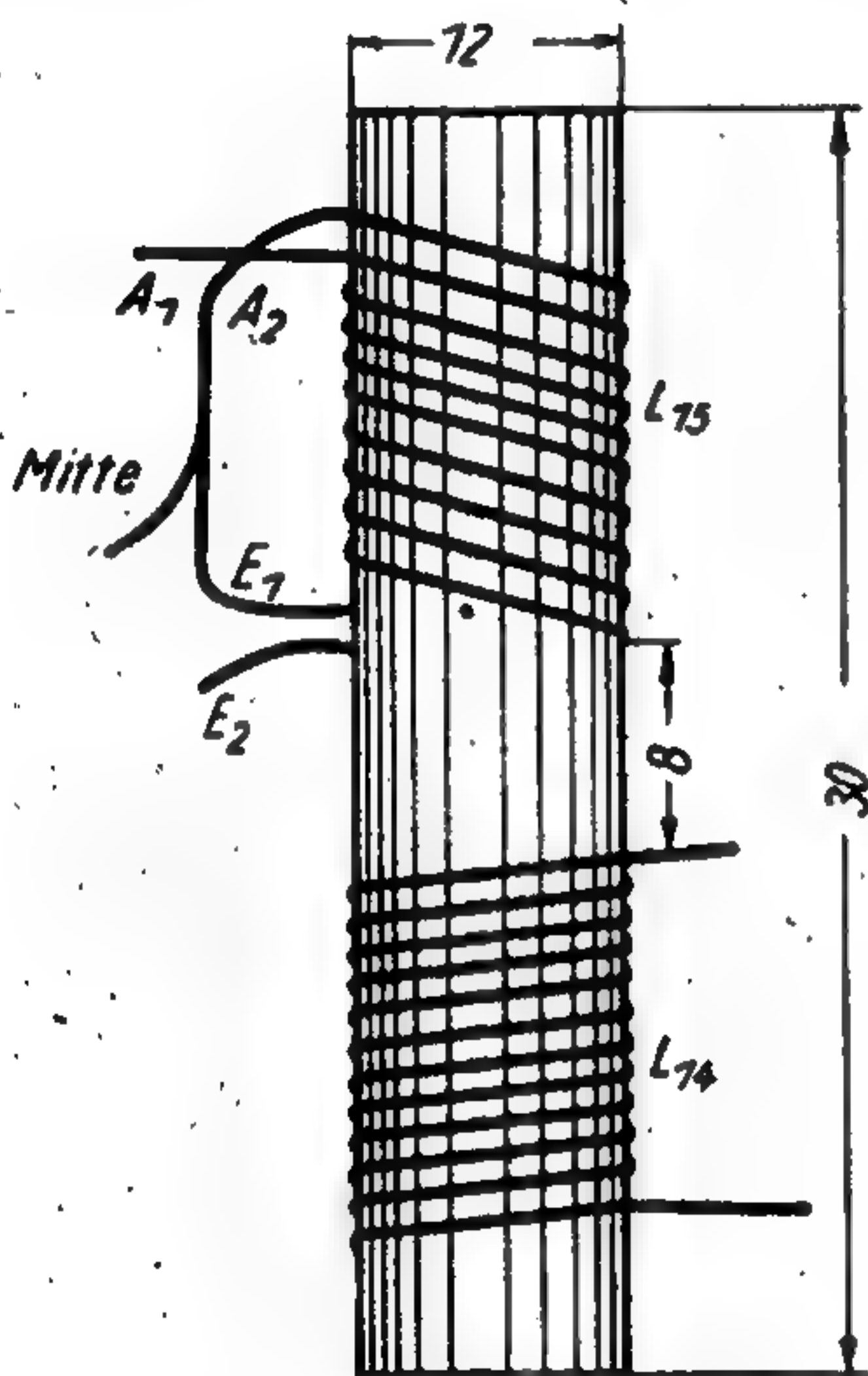


Bild 26. Ausführung des Diskriminator-schwingungskreises

Die Korrektionspulen L_{11} und L_{12} sind auf eine Hülse gewickelt, die nach Bild 27 aus Textolith oder Pertinax gefertigt ist. Sie haben 200 und 160 Windungen aus dem Draht CuLS 0,12. Die Windungen werden symmetrisch in allen vier Abteilungen des Gestells untergebracht.

Zusammenbau des Fernsehempfängers. Sind alle Einzelteile und das Chassis des Fernsehgerätes fertiggestellt, beginnt man mit dem Zusammenbau. Die Einzelteile werden auf dem Chassis nach Bild 12 untergebracht. Die Montage der Ablenk-systeme und des Gleichrichters erfolgt gesondert.

Auf dem Chassis für das Ablenkgerät und den Gleichrichter sind keine Hochfrequenzstufen vorhanden. Daher spielt die Lage der Einzelteile

und der Verbindungsleitungen keine wesentliche Rolle. Man muß nur die Länge und die Isolation der Leitungen bei dem Zusammenbau des Horizontalablenkgeräts und des Amplitudenselektors besonders beachten. Außerdem muß zwischen den Leitungen und Einzelteilen des Horizontalablenkgeräts und des Vertikalablenkgeräts ein größerer Abstand sein, um den Einfluß des Horizontalkippgenerators auf den Vertikalkippgenerator zu verringern und zu vermeiden, daß er diesen synchronisiert. Die Verringerung der Kopplung zwischen den beiden Kippgeneratoren verbessert die Kathodenstrahlbewegung nach dem Zeilensprungverfahren. Bei der Montage des Heizstromkreises des Hochspannungs-Gleichrichterrohres ($Rö_{19}$) muß man besonders auf gute Leitungs-isolation achten. Die Leitungen sollen das Chassis möglichst nicht berühren. Am besten verwendet man für die Heizleitung des Hochspannungs-Gleichrichterrohres dicke Chlorvinylisolation. Auf

die mit Chlorvinylisolation versehenen Leitungen muß man außerdem auf jeden Draht einzeln oder auf beide zusammen ein Linosilinröhrchen schieben. Besonders gut müssen diese Leitungen an den Stellen isoliert sein, die durch Chassisöffnungen hindurchgehen.

Vor dem Zusammenbau der Einzelteile muß man die Größen der Widerstände messen und prüfen, ob die Kondensatoren etwa durchgeschlagen sind. Alle Widerstände und Kondensatoren, mit Ausnahme der besonders bezeichneten können in ihrer Größe um $\pm 20\%$ schwanken. Die Prüfung erfolgt mit einem Ohmmeter oder einem Megohmmeter, mit dem man auch alle Transformatorwicklungen, Drosselspulwicklungen und alle Spulen für die Ablenkung, Bündelung und Korrektur kontrolliert. Die Wicklungen der Transformatoren, Drosselspulen und der Ablenk- und Bündelungssysteme werden nicht nur daraufhin geprüft, ob sie intakt sind, sondern auch daraufhin, ob die Spulen gegeneinander und gegen Masse isoliert sind. Der Isolationswiderstand darf nicht geringer sein als $10\text{ M}\Omega$.

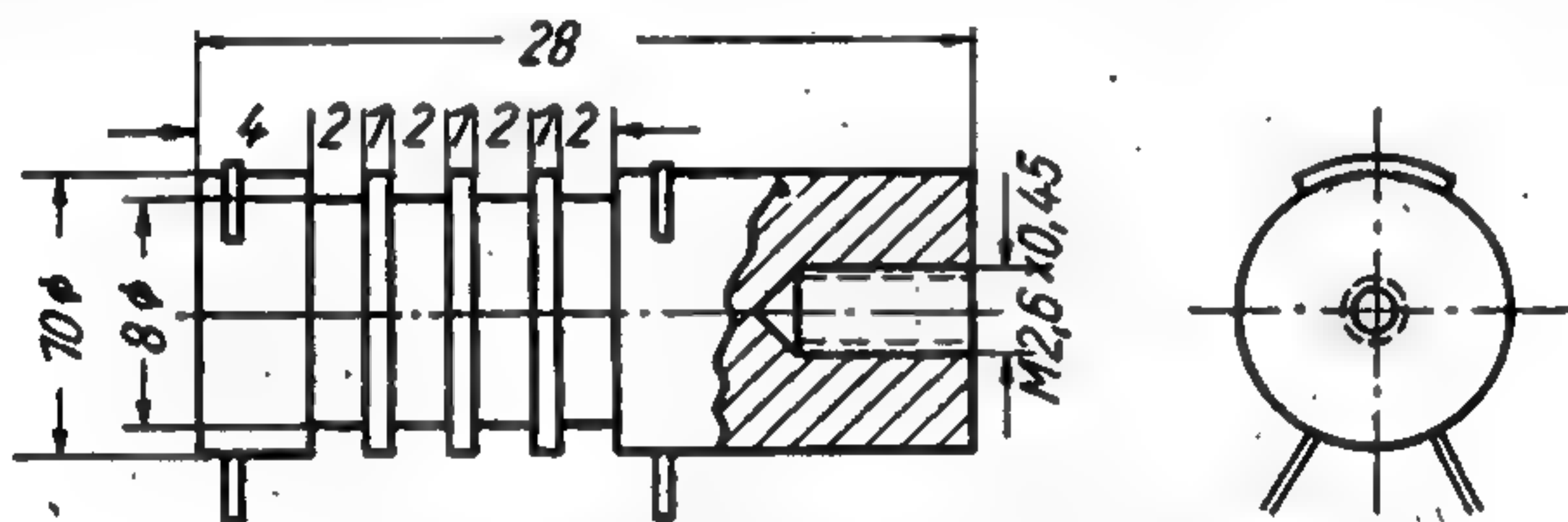


Bild 27. Wickelkörper für die Korrektionsspule

Der Zusammenbau des Empfängerchassis ist sorgfältig zu durchdenken. Alle Leitungen müssen eine minimale Länge haben.

Die Einzelteile, die an die Schwingungskreise angeschlossen werden (in dem Schaltungsschema mit einer gestrichelten Linie umgeben), sollen möglichst innerhalb der Schwingungskreisabschirmung liegen. Schwingungskreise und Einzelteile, die von hochfrequenten Strömen durchflossen werden, aber nicht abgeschirmt sind, werden näher zum Chassis montiert. Dadurch verringert man die Möglichkeit, daß im Empfänger eine schädliche Selbsterregung entsteht.

Keinesfalls darf man in Stromkreisen, die von hochfrequenten Strömen durchflossen werden, Einzelteile von großen Abmessungen verwenden. Die Kopplungskondensatoren in den Hochfrequenz- und Zwischenfrequenzverstärkern müssen klein sein. Die Widerstände, die den Schwingungskreisen parallel geschaltet sind oder als Gitterableitwiderstände verwandt werden, müssen ebenfalls kleine Abmessungen haben und für die maximal zulässige Leistung berechnet sein (meist nicht mehr als 0,25 W).

Hat ein Widerstand oder ein Kondensator, der in einen Stromkreis geschaltet ist, verhältnismäßig lange Verbindungsleitungen, so muß der Leiter, der gegenüber Erde das höhere Potential hat, kürzer sein. Der Gitterableitwiderstand muß für die Verbindung mit dem Röhrengitter einen Draht haben, der kürzer ist als der Draht, der ihn mit der Masse verbindet. Die Entkoppelungskondensatoren des Anodenkreises müssen näher der Stelle der Verbindung mit dem Schirmgitter oder mit dem Schwingungskreis liegen als der Erdungsstelle.

Beim Zusammenbau des Bildverstärkers werden die Widerstände R_{11} , R_{13} und R_{24} auf dem Empfängerchassis untergebracht. Sie müssen kurze Verbindungsleitungen haben, damit die von ihnen in der Ausgangsstufe erzeugte schädliche Kapazität gering ist.

Aus denselben Gründen muß die Leitung, die von der Anode der Ausgangsröhre R_{10} zur Kathode der Elektronenstrahlröhre führt, so kurz wie möglich und darf nicht länger als 20 cm sein. Ferner muß sie aus einem dünnen, stark isolierten Draht hergestellt sein. Er muß gesondert von der Leitung untergebracht sein, die zum Sockel der Kathodenstrahlröhre führt.

Nach Beendigung der Montage wird nochmals die richtige Verbindung aller Einzelteile sorgfältig geprüft. Erst dann kann man an die Abstimmung und Inbetriebsetzung des Fernsehgerätes herangehen.

Inbetriebsetzung des Fernsehgerätes

Vor Anschluß des Fernsehgerätes an das Lichtnetz überzeugt man sich, daß die richtige Sicherung in das Gerät eingesetzt ist. Bei einer Netzspannung von 110 bis 127 V muß eine Sicherung für 2,5...3 A vorgesehen sein und bei einer Netzspannung von 220 V für 1,5 A. Manchmal schaltet man ein neu gebautes Fernsehgerät beim ersten Mal ohne Röhren ein und kontrolliert deren Heizspannung. Darauf setzt man alle Röhren mit Ausnahme der Kathodenstrahlröhre ein.

Die Kippgeräte und den Gleichrichter kann man einschalten, ohne die Verstärker anzuschließen; aber dann muß man den Gleichrichter entsprechend belasten. Den Empfängerteil kann man gesondert in Betrieb setzen und durch einen beliebigen Gleichrichter speisen, der die erforderliche Spannung erzeugt.

Die Richtigkeit der Heizstromkreismontage kann man bei Röhren mit Glaskolben nach dem Leuchten der Heizfäden und bei Stahlröhren nach der Erwärmung der Kolben 3...5 Minuten nach dem Einschalten beurteilen. Die Heizspannung der Röhren wird mit einem Wechselstromvoltmeter gemessen und darf nicht mehr als $\pm 3...5\%$ vom Nominalwert abweichen. Die 6 V-Röhren und die Kathodenstrahlröhre müssen eine Heizspannung von 6,0...6,6 V haben, das Hochspannungs-Gleichrichterrohr R_{19} (1 U 1) eine solche von 0,9...1,1 V und die Gleichrichterröhre 5U4C eine von 4,7...5,3 V.

Nachdem die Heizstromkreise sämtlicher Röhren geprüft worden sind, setzt man die Gleichrichterröhre ein und prüft die Anodenstromkreise der Röhren. Bei einem richtig gebauten Fernsehgerät muß nach Anheizen sämtlicher Röhren bei Veränderung des Potentiometers für die Helligkeitsregulierung R_{15} der Leuchtschirm zu leuchten beginnen. Durch Drehen des Drehknopfes für die Scharfeinstellung (R_{10}) muß man den verschwommenen leuchtenden Fleck auf dem Leuchtschirm in ein scharf abgegrenztes Rechteck, den aus vielen horizontalen Linien bestehenden Raster, verwandeln können.

Das Arbeiten der Röhren. Unabhängig davon, ob auf dem Leuchtschirm ein Raster entstanden ist oder nicht, beginnt man beim Inbetriebsetzen des Fernsehgerätes mit dem Prüfen des Gleichrichters und der Röhrenfunktion.

Tabelle
Röhrendaten für das Fernsehgerät LTK-9

Röhren-Nr.	Röhrenbezeichnung	Entsprechende deutsche Röhrenbezeichnung ¹⁾	Spannung der Röhrenelektroden gegenüber dem Chassis				Bemerkung
			Anodenspannung V	Schirmgitterspannung V	Steuer- gitterspannung V	Kathodenspannung V	
Rö ₁	6AC7	6AC7	135	135	0	1,5	
Rö ₂	6AC7	6AC7	140	140	0	4,2	
Rö ₃	6H5	6J5	135	—	—	—	
Rö ₄	6AC7	6AC7	135...145	135...145	0	1,5...10	
Rö ₅	6AC7	6AC7	135	135	0	1,5	
Rö ₆	6AC7	6AC7	230	140	0	0	ohne Signal
			250	175	—1,0	0	mit Signal
Rö ₈	6AC7	6AC7	135	135	—	1,5	
Rö ₉	6AC7	6AC7	20	20	0	0,2	
Rö ₁₁	6Γ7	6G7	130	—	—	1,4	
Rö ₁₂	6V6	6V6	300	300	0	16	
Rö ₁₃	6AC7	6AC7	200	150	0	1,0	
Rö ₁₄	6H7	6N7 (Metall- ausf.)	150	—	—35	0	1. Triode
			25	—	—35	0	2. Triode
Rö ₁₅	6Φ6	6F6	170	170	0	0...20	
Rö ₁₆	6H7	6N7 (Metall- ausf.)	150	—	—40	0	1. Triode
			320	—	—40	0	2. Triode
Rö ₁₇	Γ807	G807	350	270	—35	0	
Rö ₁₈	5L4C	5Z4	—150	—	—	0	
Rö ₁₉	1L1	1Z1	—	—	—	6000	
Rö ₂₀	JK- 715A	LK- 715A	6000	—	200	245	
Rö ₂₁ } Rö ₂₂ }	5L4C	5Z4	350	—	—	390	

¹⁾ Die deutschen Röhrenbezeichnungen wurden vom deutschen Verlag eingefügt

Bemerkungen:

1. Die vom Gleichrichter gelieferten Spannungen sind in Bild 10 angegeben.
2. Die Betriebsdaten der Röhren wurden mit einem hochohmigen Zeigervoltmeter aufgenommen (Stromverbrauch des Gerätes: 200 μ A bei vollem Ausschlag). Die Hochspannung an der Anode der Kathodenstrahlröhre wurde mit dem gleichen Instrument gemessen, wobei zur Erweiterung des Meßbereiches auf 10000 V ein Widerstand zugeschaltet wurde.

Die Tabelle enthält die Betriebsdaten der Röhren des Fernsehgerätes LTK-9. Wenn die Spannung am Gleichrichterausgange von den in Bild 10 angegebenen Werten abweicht, ändern sich die Röhrendaten entsprechend.

Die Spannung auf den Elektroden der Röhre Rö₆ hängt davon ab, ob zu der Detektorröhre Signale gelangen. Außerdem ändern sich die Betriebsdaten der Röhre bei Veränderung der Stärke der ankommenden Signale. Deswegen ent-

hält die Tabelle für diese Röhre Betriebsdaten sowohl für den Fall, daß Signale ankommen, als auch für den, daß sie fehlen.

Die Horizontal- und Vertikalablenkung und die Erzeugung eines Rasters auf dem Röhrenschirm. Die Regulierung der Kippgeräte beginnt man mit dem Versuch, auf dem Leuchtschirm einen Raster zu erhalten.

Erzeugt das Horizontalkippgerät noch keine Sägezahnspannung, so muß man es zum Arbeiten bringen, damit die Anode der Kathodenstrahlröhre eine hohe Spannung erhält. Wenn das Horizontalkippgerät funktioniert, kann ein hoher Ton gehört werden, der durch das Vibrieren des Transformatorkernes hervorgerufen wird. Die Frequenz dieses Tones muß sich beim Drehen des Drehknopfes für die Zeilenfrequenzregulierung (R_{11}) von 10...13 kHz nach den hohen Frequenzen zu über die Hörbarkeitsschwelle hinaus ändern.

Ob das Horizontalkippgerät arbeitet, kann man mit einem Oszillographen oder durch Messungen der Spannung im Stromkreis der Dämpferröhre $Rö_{18}$ feststellen. Bei Selbsterregung haben die Anoden der Röhre $Rö_{18}$ eine negative Spannung von 100...150 V, die am Kondensator C_{11} gemessen wird. Fehlt die Selbsterregung, so ist die Spannung auf dem Kondensator C_{11} gleich 0. In diesem Falle prüft man zunächst den Blocking-Oszillator ($Rö_{14}$).

Die Form der Spannungskurven an verschiedenen Stellen der Schaltung des Horizontalkippgerätes ist in Bild 9 dargestellt. Benutzt man zur Feststellung dieser Spannungsformen einen Oszillographen, so wird die zu untersuchende Spannung unmittelbar zu den vertikalen Ablenkplatten des Oszillographen geführt. Damit der Elektronenstrahl nicht durch die Wirkung der Gleichstromkomponente verschoben wird, führt man die zu untersuchende Spannung über einen Kopplungskondensator von 5000...10000 pF an die Oszillographenplatten heran. Die Verbindungsleitung zwischen den untersuchten Stellen und dem Oszillographen soll möglichst nicht länger als 0,5 m sein.

Die Spannung für die Synchronisation des Generators der Oszillographen-Sägezahnspannung kann dem Widerstand R_{14} entnommen werden.

Bei normaler Arbeit des Blocking-Oszillators für die Horizontalablenkung muß die Form der Spannung auf der Anode oder dem Gitter der linken Triode der Röhre $Rö_{14}$, die in Bild 9 gezeigte Form haben. Um die Amplituden der untersuchten Spannungen zu bestimmen, muß man sie mit der Wechselspannungsamplitude von 6,3 V für die Röhrenheizung vergleichen. Man leitet die Spannung von 6,3 V von der Röhrenheizung auf die Ablenkplatten. Die Empfindlichkeit des Oszillographen wird dann nach folgender Formel bestimmt:

$$\text{mm/V} = \frac{Y}{2\sqrt{2} \cdot 6,3}$$

Hierbei ist Y die doppelte Amplitude (Schwingungsweite) der in mm ausgedrückten und auf dem Leuchtschirm der Röhre gemessenen Wechselspannung von 6,3 V.

Bei Zuführung einer Wechselspannung von 50 Hz muß man die Kopplungskapazität, über die die Wechselspannung dem Oszillographen zugeleitet wird, auf 0,1 μF vergrößern.

Die Schwingungsamplitude auf der Anode und dem Gitter des Blocking-Oszillators kann sich je nach den Eigenschaften des Transformators Tr_2 von den angeführten Werten um $\pm 20 \dots 30\%$ unterscheiden. Die Impulsbreite und Impulsform hängen ebenfalls von der Güte und den Betriebsdaten des Transformators ab.

Wenn an der Anode und dem Gitter der ersten Triode keine Schwingungen festzustellen sind, muß man kontrollieren, ob die Wicklungen des Transformators Tr_2 richtig angeschlossen sind. Hier und auch weiter unten wird niemals angenommen, daß ein Teil des Gerätes deswegen nicht arbeiten könnte, weil Röhren defekt sind. Die Röhren müssen geprüft worden sein. Ist man nicht überzeugt, daß die Röhren in Ordnung sind, so muß man die betreffende Röhre beim Inbetriebsetzen eines Geräteteiles auswechseln.

Bei falschem Anschluß der Wicklungen des Transformators Tr_2 erregt der Blocking-Oszillator keine Schwingungen; man muß dann die Enden einer Wicklung (der Gitter- oder Anodenwicklung) vertauschen. Arbeitet der Blocking-Oszillator auch dann nicht, soll man den Grund in einem Defekt von Einzelteilen der Schaltung oder in unrichtiger Montage suchen. Ganz zuletzt soll man den Transformator Tr_2 selbst als Ursache annehmen. Bei kurzgeschlossenen Windungen des Transformators erzeugt der Blocking-Oszillator keine Schwingungen. Ist aber die Zahl der kurzgeschlossenen Windungen gering, so werden zwar Schwingungen erzeugt, aber ihre Amplitude ist viele Male geringer, als nötig ist.

Die Schwingungsamplitude muß in der Gitterwicklung größer sein als an der Röhrenanode. Wenn das Umgekehrte der Fall ist, sind die Transformatorwicklungen falsch angeschlossen. Hierbei kann sich die Form der Spannung ebenfalls etwas von der gezeigten Form unterscheiden.

Wird ein Transformator hoher Qualität verwendet, dessen Kern geringe Verlustziffern aufweist und dessen Windungen aus starkem Draht gewickelt sind, so entstehen oft nach Beendigung des positiven, die Entladungsröhre öffnenden Impulses Eigenschwingungen. Diese freien Schwingungen können im linken Teile des Rasters Streifen erzeugen.

Die Arbeit des Blocking-Generators kann man auch ohne Oszillographen prüfen. Man schaltet in den Anodenkreis der Röhre $Rö_{1,6}$ zwischen dem Pluspol der Stromquelle und der Anodenwicklung des Transformators Tr_2 Telefonhörer ein. Wenn der Blocking-Oszillator Eigenschwingungen erzeugt, muß in den Telefonhörern ein hoher Ton zu hören sein. Damit die selbsterregten Schwingungen gut hörbar werden, vergrößert man den Widerstand $R_{6,6}$ oder schaltet in Reihe mit ihm einen Widerstand von $50000 \dots 100000 \Omega$.

Hat man sich überzeugt, daß der Blocking-Oszillator arbeitet, prüft man die Arbeit der Entladungsröhre (der rechten Triode der Röhre $Rö_{1,6}$). Die Spannung an der Anode dieser Röhre muß eine große Amplitude und eine Kurvenform haben, die der in Bild 9c gezeigten nahekommt.

Durch den Widerstand $R_{6,6}$, der mit dem Ladekondensator $C_{5,1}$ in Reihe geschaltet ist, erhält man große Impulse von negativer Polarität. Die Form der Spannungen auf dem Gitter der Röhre $Rö_{1,7}$ und auf der Anode der Röhre $Rö_{1,6}$ ist gleich. Die Form der Spannungen auf der Anode der Röhre $Rö_{1,7}$ wird gewöhnlich nicht kontrolliert, und die Spannung auf dem Schirmgitter ist konstant. Das Messen der Anodenspannung der Generatorröhre ist sehr schwierig, weil die Spannungs-

spitzen während des Strahlrücklaufes die Höhe von einigen Kilovolt erreichen und nicht unmittelbar beobachtet werden können. Um die Form der Spannungen auf der Anode zu beobachten, muß man einen kapazitiven oder Ohmschen Spannungsteiler verwenden.

Hat man die Arbeit des Horizontalkippgerätes überprüft, muß der Leuchtschirm der Kathodenstrahlröhre leuchten. Wenn die Strahlablenkung in der Kathodenstrahlröhre mit dem Widerstand R_{H} (Helligkeitsregulierung) verändert worden ist, muß auf dem Leuchtschirm ein großer, heller, geradwinkliger Fleck erscheinen. Er nimmt den ganze Schirm ein. Falls die Vertikalablenkung nicht arbeitet, erscheint ein schmaler, heller, horizontaler Streifen.

Wenn der Leuchtschirm nicht leuchtet, prüft man die Spannung an der Kathode und an der Steuerelektrode der Kathodenstrahlröhre. Die Spannung an der Kathode muß 10...20 V höher sein als an der Steuerelektrode der Kathodenstrahlröhre. Sie muß mit einem hochohmigen Instrument gemessen werden. Beim Inbetriebsetzen des Fernsehgerätes kann man die Kathode und das Steuergritter der Kathodenstrahlröhre auf sehr kurze Zeit kurzschließen, damit die Strahlablenkung gleich 0 wird. Wenn der Schirm auch in diesem Falle nicht zu leuchten beginnt, muß man feststellen, ob an der Anode der Kathodenstrahlröhre überhaupt Hochspannung liegt. Hat die Spannung an der Anode der Kathodenstrahlröhre ungefähr die geforderte Höhe und leuchtet der Schirm dennoch nicht, so kann die Kathodenstrahlröhre defekt sein.

Während der Inbetriebsetzung muß man die Helligkeit auf dem Leuchtschirm verringern. Eine hohe Schirmhelligkeit und ein Nullpotential oder ein positives Potential an der Steuerelektrode der Kathodenstrahlröhre verderben diese schnell.

Das Vorhandensein der Hochspannung an der Kathodenstrahlröhre prüft man entweder durch ein spezielles Hochspannungsvoltmeter, das wenig Strom verbraucht, oder mit einer Funkenstrecke.

Um die Hochspannung an der Kathodenstrahlanode zu messen, kann man ein gewöhnliches hochohmiges Instrument benutzen, das bei vollem Ausschlag nicht mehr als 1 mA verbraucht. Dazu wird zum Messen der Gleichspannung bis zu 5 oder 10 kV ein zusätzlicher Widerstand berechnet, der aus mehreren Einzelwiderständen für eine möglichst große Leistungsaufnahme besteht und mit dem Meßgerät in Reihe geschaltet wird. Die Größe des Zusatzwiderstandes soll nicht unter 10 M Ω liegen. Die Anzeigen des Gerätes werden der wahren Anodenspannung der Kathodenstrahlröhre nur dann entsprechen, wenn der vom Gerät verbrauchte Strom dem Arbeitsstrom der Kathodenstrahlröhre (100...200 μ A) nahekommt. Beim Messen der Anodenspannung der Kathodenstrahlröhre wird die Helligkeit auf ein Minimum eingestellt, damit der Röhrenstrom gleich 0 ist.

Falls ein Meßgerät fehlt, kann man die Spannung auf der Kathodenstrahlröhre durch eine Funkenstrecke feststellen. Das Ende einer mehradrigen Leitung, die mit dem Chassis über einen Widerstand von 0,5...1 M Ω verbunden ist, wird der Anode der Kathodenstrahlröhre genähert. Wenn die Funkenstrecke zwischen Leiter und Röhrenanode nicht geringer als 4...5 mm ist, dann ist die Spannung gleich 4...6 kV. Man darf die Anode der Kathodenstrahlröhre nicht einmal kurzzeitig kurzschließen; denn dadurch kann die Hochspannungsgleichrichterröhre verdorben werden.

Ist auf dem Leuchtschirm der Kathodenstrahlröhre ein Raster erzeugt worden, so stellt man die Zeilenfrequenz und die Bildgröße ein, reguliert den Bereich der Helligkeitsänderung und stellt den Brennpunkt der Kathodenstrahlröhre ein. Wie oben ausgeführt wurde, muß sich die Zeilenfrequenz beim Drehen des Drehknopfes zur Frequenzregulierung zwischen $10 \dots 13$ und $16 \dots 18$ kHz ändern. Die vom Kern des Transformators für die Horizontalablenkung Tr_1 erzeugten Tonschwingungen müssen bei mittlerer Kontaktstellung des Potentiometers R_{11} unhörbar werden. Das entspricht ungefähr der Zeilenfrequenz, die gleich 15625 Hz ist. Der Bereich für die Frequenzänderung des Horizontalkippgenerators wird durch entsprechende Wahl des Widerstandes R_{11} hergestellt.

Bei der Einstellung der Zeilenlinearität muß man die Form und die Amplitude der an das Gitter der Röhre $Rö_1$, herangeführten Spannungen in weiten Grenzen ändern können. Deshalb ist es gut, wenn der Widerstand R_{11} während der Einstellung durch einen veränderlichen Widerstand ($50\,000 \dots 100\,000 \Omega$) ersetzt wird. Um eine gute Zeilenlinearität zu erreichen, muß man manchmal die Dauer des vom Blocking-Oszillator erzeugten Impulses ändern. Das kann man durch eine entsprechende Wahl der Windungszahl des Transformators des Blocking-Oszillators erreichen.

Auf die Form des Ablenkstromes wirkt stark die Größe der Widerstände R_{11} und R_{12} , die zur Anpassung an die Transformatoren Tr_1 und Tr_2 in einem großen Bereich geändert werden muß.

Die Länge der Zeile muß auf dem Leuchtschirm der Kathodenstrahlröhre 23 JIK-1 B ungefähr 20 cm betragen. Sie wird durch Veränderung der Anodenspannung eingestellt, die von der Zahl der an die Anode des Hochspannungs-Gleichrichterrohres ($Rö_{10}$) angeschlossenen Windungen des Transformators Tr_1 abhängt. Bei Verringerung dieser Windungszahl verringert sich die Anodenspannung der Röhre und vergrößert sich die Länge der Zeile.

Bei n -facher Veränderung der Anodenspannung der Kathodenstrahlröhre verändern sich die linearen Ausmaße des Rasters gegenüber den ursprünglichen Ausmaßen $\frac{1}{\sqrt{n}}$ -mal.

Die Linearität der Horizontalablenkung kann mit einem Meßsender geprüft werden: Man leitet von ihm eine Spannung mit einer Frequenz von $100 \dots 200$ kHz dem Bildverstärker zu oder empfängt Bilder eines Prüfrasters. Wenn man dem Eingang des Bildverstärkers $Rö_7$ hochfrequente Signale zuführt, deren Frequenz ein Vielfaches der Frequenz der Horizontalablenkung ist und deren Spannung von $0,5 \dots 1$ V beträgt, so erhält man auf dem Röhrenschirm vertikale Streifen.

Die Zahl der Streifen beträgt ungefähr $\frac{9}{10}$ des Verhältnisses zwischen der Frequenz des Hochfrequenzgenerators und der Frequenz der Horizontalablenkung. Den nichtlinearen Verlauf der Horizontalablenkung kann man bestimmen, wenn man den Abstand zwischen diesen Streifen im linken und rechten Teil des Rasters mißt. Dann ist

$$k = 2 \frac{l_l - l_r}{l_l + l_r}$$

Dabei bedeuten:

- k den Koeffizienten der Abweichung von der Linearität;
- l_l den Abstand zwischen den vertikalen Streifen links auf dem Raster und
- l_r den Abstand zwischen den vertikalen Streifen rechts auf dem Raster.

So kann der maximale nichtlineare Verlauf der Horizontalablenkung bestimmt werden, wenn er von einer Seite des Rasters zur anderen eine allmähliche Verringerung der Streifenbreite hervorruft. Manchmal trägt dieser nichtlineare Verlauf einen anderen Charakter: Die Breite der vertikalen Streifen verringert sich ungleichmäßig. Das ist häufiger bei der Vertikalablenkung der Fall. In diesem Falle muß man bei der Bestimmung des nichtlinearen Verlaufs unter den Bezeichnungen l_l und l_r die maximalen und minimalen Abstände zwischen den Streifen verstehen.

Die zulässige Abweichung von der Linearität der Horizontalablenkung beträgt $0,2 \dots 0,3$ oder $\pm 0,1 \dots 0,15$ ($\pm 10 \dots 15\%$).

Um die Abweichung der Horizontalablenkung von der Linearität mit Hilfe eines Prüfrasters zu bestimmen, wird das horizontale Ausmaß des zweiten und elften horizontalen Quadrates gemessen, da die äußersten Quadrate gewöhnlich nur unvollständig zu sehen sind. Der Gesamtkoeffizient der Nichtlinearität ist

$$k = 2,24 \cdot \frac{l_2 - l_{11}}{l_2 + l_{11}}.$$

Mißt man die Abweichung von der Linearität mit dem Prüfraster, so muß man beachten, daß sie sich aus der Abweichung der Strahlablenkung des Empfängers und der Abweichung der Strahlablenkung des Senders zusammensetzt.

Den nichtlinearen Verlauf der Horizontalablenkung kann man mit einem Oszillographen beobachten. Zur Beobachtung der Stromkurvenform wird in die Stromkreise der Horizontalablenkspulen ein kleiner Widerstand von $2 \dots 5 \Omega$ eingeschaltet. Der Widerstand darf keine Induktivität besitzen. Er kann aus mehreren parallel geschalteten Widerständen bestehen, oder man kann auch einen $10 \dots 20\text{cm}$ langen Draht von einem Material nehmen, das einen großen Widerstand besitzt (Chromnickel, Konstantan) und einen Durchmesser von $0,05 \dots 0,1\text{ mm}$ hat. Dieser Widerstand wird so in die von der Spule L_{H1} kommende Leitung eingeschaltet, daß ein Ende des Widerstandes an Erde liegt.

Inbetriebsetzung des Gerätes für die Vertikalablenkung. Für die Inbetriebsetzung des Gerätes für die Vertikalablenkung benutzt man am besten einen Oszillographen. Mit dem Oszillographen kann man in jedem beliebigen Teil der Schaltung für die Vertikalablenkung die Spannungsform und im Stromkreis der Ablenkspulen die Stromform beobachten. Ferner kann man mit ihm die nötige Frequenz der Vertikalablenkung gut einstellen.

Bild 8 zeigt die auf dem Oszillographenschirm erscheinende Form der Spannung an verschiedenen Stellen der Schaltung für die Vertikalablenkung. Der Eingangswiderstand des Oszillographen verzerrt die Form der Spannungen stark und verändert beim Anschluß des Oszillographen an bestimmte Punkte der Schaltung die Frequenz der Ablenkung. Das zeigt sich besonders, wenn man die Spannungen an den Kondensatoren C_{46} und C_{47} beobachtet. Wird der Oszillograph an den Kondensator C_{46} zugeschaltet, ändern sich Frequenz und Amplitude der Sägezahnspannungen, und wird er an den Kondensator C_{47}

zugeschaltet, ändert sich die Spannungsamplitude. Darum muß der verwendete Oszillograph einen großen Eingangswiderstand haben.

Man kann die Spannung sehr gut ohne Verstärker beobachten, wenn man das Signal unmittelbar an die Ablenkplatten des Oszillographen führt.

Beim Inbetriebsetzen des Gerätes für die Vertikalablenkung muß man zunächst dafür sorgen, daß eine Vertikalablenkung entsteht. Man muß sich überzeugen, ob der Blocking-Oszillator (linke Hälfte der Röhre $R\ddot{o}_{11}$, Tafel II) überhaupt Schwingungen erzeugt. Die Methode, Selbsterregung festzustellen oder hervorzurufen, ist die gleiche wie bei der Inbetriebsetzung der Schaltung für die Horizontalablenkung. Die Frequenz der Vertikalablenkung ist wesentlich geringer als die der Horizontalablenkung. Darum hört man in einem in den Anodenkreis der linken Triode der Röhre $R\ddot{o}_{11}$ geschalteten Telefon einen tiefen Ton. Die Frequenz dieses Tones ändert sich, sobald man den Drehknopf des Widerstandes R_{50} für die Regulierung der Vertikalfrequenz dreht. Wenn man sich davon überzeugt hat, daß der Blocking-Oszillator und die Entladungsröhre arbeiten, prüft man die Ausgangsstufe des Gerätes für die Vertikalablenkung. Der Kondensator C_{46} wird vom Kondensator C_{47} getrennt, und an den Kondensator C_{48} leitet man von einer nicht geerdeten Röhrenheizleitung eine Wechselspannung von 6,3 V. Die an das Gitter der Röhre $R\ddot{o}_{11}$ gelegte sinusförmige Spannung erzeugt auf dem Röhrenschirm eine Vertikalablenkung; dabei sind die Zeilen auf dem Raster oben und unten verdichtet. Entsteht keine Ablenkung, so muß man den Fehler in der Ausgangsstufe oder im Ablenksystem suchen (z. B. Bruch oder falscher Anschluß der Spulen für die Vertikalablenkung). Man prüft ebenfalls das Vorhandensein von Spannung an dem Kondensator C_{50} . Wenn der Kondensator ein Elektrolytkondensator ist und große Verlustströme hat, so kann der Strahl infolge des starken Stromes der Gleichstromkomponente verlagert werden, und es gelingt nicht, auf dem Leuchtschirm einen Raster zu erzeugen. Wenn man auf dem Leuchtschirm einen Raster erhalten hat, beginnt man mit der Regulierung der Frequenz und der Linearität der Vertikalablenkung. Die Frequenz der Vertikalablenkung muß 50 Hz betragen. Wird der Widerstand R_{50} verändert, muß sich die Frequenz der Vertikalablenkung zwischen 30...40 und 55...60 Hz ändern; sie vergrößert sich bei Verringerung des Widerstandes R_{50} oder des Kondensators C_{48} und umgekehrt. Um die Frequenz der Vertikalablenkung zu ermitteln, führt man über einen Kopplungskondensator an das Gitter der Bildverstärkerröhre ($R\ddot{o}_7$) eine Wechselspannung von 1...2 V. Diese Spannung kann man dem Heizstromkreis der Röhren entnehmen, wenn man die Spannung von 6,3 V über einen kleinen Kondensator von 0,1...0,2 μF anschließt. Auf dem Raster entstehen breite, dunkle, horizontale Streifen, die sich in vertikaler Richtung verlagern. Durch Drehen des Drehknopfes zur Regulierung der Vertikalfrequenz und Veränderung der Widerstände R_{50} und R_{51} oder des Kondensators C_{48} muß man erreichen, daß nur noch ein Streifen vorhanden ist. Das entspricht der Vertikalfrequenz von 50 Hz.

Bei dieser Frequenzprüfung wird der Stromkreis für die Synchronisation der Vertikalablenkung abgeschaltet oder die Röhre $R\ddot{o}_{11}$ herausgenommen.

Linearität der Vertikalablenkung erzielt man durch Veränderung der negativen Vorspannung auf dem Gitter der Röhre $R\ddot{o}_{11}$ und durch entsprechende Wahl der Widerstände R_{52} , R_{57} und R_{58} . Die negative Vorspannung auf dem Gitter der Röhre $R\ddot{o}_{11}$ wird mit dem Potentiometer R_{55} eingestellt.

Das vertikale Ausmaß des Rasters wird dadurch reguliert, daß man die Widerstände R_{63} und R_{64} verändert. Vergrößerung irgendeines dieser Widerstände ruft Verkleinerung des vertikalen Rasterausmaßes hervor.

Die Linearität muß bei normalem Ausmaß des Rasters reguliert werden, da bei kleinerem oder größerem Raster die Linearität der Ablenkung schlechter sein kann.

Reguliert man die Ablenkung, so schaltet man den Stromkreis für die Vertikalzentrierung (R_{61}) aus. Zu diesem Zwecke werden die Vertikalablenkspulen vom Gleitkontakt des Potentiometers R_{61} abgeschaltet. Wenn der Verluststrom des Kondensators C_{50} klein ist, fließt durch die Vertikalablenkspulen nur die Wechselstromkomponente, und die Linearität der Vertikalablenkung wird durch die vertikale Lage des Rasters bestimmt (hierbei ist angenommen, daß der Elektronenstrahl beim Fehlen von Ablenkspannungen das Zentrum des Leuchtschirms trifft). Wenn der Raster nach oben verlagert ist, haben die Zeilen auf dem oberen Teil des Rasters einen größeren Abstand voneinander als auf dem unteren Teil, d. h., es ist keine Linearität vorhanden. Wenn der Raster symmetrisch zur Mitte des Leuchtschirmes liegt, ist die Linearität genügend gut.

Die zulässige Abweichung der Vertikalablenkung von der Linearität kann bis zu $\pm 10\%$ betragen.

Zur Bestimmung der Linearität und der Frequenz der Vertikalablenkung kann man einen Meßsender benutzen. Gewöhnlich hat der Meßsender eine eingebaute Modulationsstufe, deren Modulationsfrequenz meist 400 oder 1000 Hz groß ist. Führt man diese Frequenz an das Gitter des Bildverstärkers (Röhre $Rö_7$), so erscheinen auf dem Röhrenschirm horizontale Streifen, deren Zahl durch die Modulationsfrequenz des Meßsenders und die Frequenz der Vertikalablenkung bestimmt wird. Bei einer Frequenz von 400 Hz müssen auf dem Schirm acht und bei einer Frequenz von 1000 Hz zwanzig Streifen erscheinen. Wenn die Ablenkung linear ist, so sind die Streifen gleichmäßig verteilt. Der Koeffizient der vertikalen Linearitätsabweichung kann nach derselben Formel bestimmt werden wie der Koeffizient der horizontalen Linearitätsabweichung.

Nimmt man die vertikale Linearitäts- und Frequenzregulierung auf diese Art vor, muß man die Synchronisierung entweder abschalten oder sehr schwach einstellen, um Meßfehler zu vermeiden.

Fehler des Ablenkensystems treten beim Bildempfang deutlich in Erscheinung. Darum kann man zum Bildempfang schreiten, ohne restlos alle Rasterfehler beseitigt zu haben. Während des Bildempfangs zeigen sich noch mehrere Mängel, die bei der Inbetriebsetzung der Ablenkgeräte nicht bemerkt wurden.

Abstimmung des Bildempfängers

Einstellung des Bildsignalverstärkers. Die Abstimmung des Bildempfängers beginnt man mit dem Einstellen des Verstärkers der Bildsignale, der Röhre ($Rö_7$).

Im Verstärker ist eine einfache Schaltung für die Korrektur der Frequenzkurve angewandt. Sie ergibt bei gegebenem Frequenzband eine geringere Ver-

stärkung als die kompliziertere Korrektionsschaltung mit zwei Spulen. Dafür läßt sich aber der Verstärker leichter abstimmen oder braucht, falls eine Korrektionsspule von bestimmter Induktivität benutzt wird, überhaupt nicht abgestimmt zu werden.

Bild 28 enthält die Frequenzkurve eines Bildsignalverstärkers mit eingeschalteter Korrektionsspule a und mit verkürzter Korrektionsspule b. Wie die Kurve zeigt, ist die Verstärkung auf einer Bandbreite bis zu 4 MHz fast gleichmäßig. Zur Aufnahme der Frequenzkurve wird ein hochfrequentes Signal mit einer Spannung von ungefähr 1 V vom Meßsender an das Steuergitter der Röhre R_ö, herangeführt. Dazu benutzt man am besten einen Empfängerprüfsender ähnlich dem Typ ГСС-6¹. Die Signalspannung für das Gitter der Verstärkerröhre wird unmittelbar vom Ausgang 0...1 des Empfängerprüfsenders abgenommen. Die vom Meßsender erzeugte Signalfrequenz muß sich in den Grenzen von einigen 100 000 Hz bis zu 4 MHz ändern lassen. Die Amplitude des Signals bleibt die ganze Zeit über unverändert.

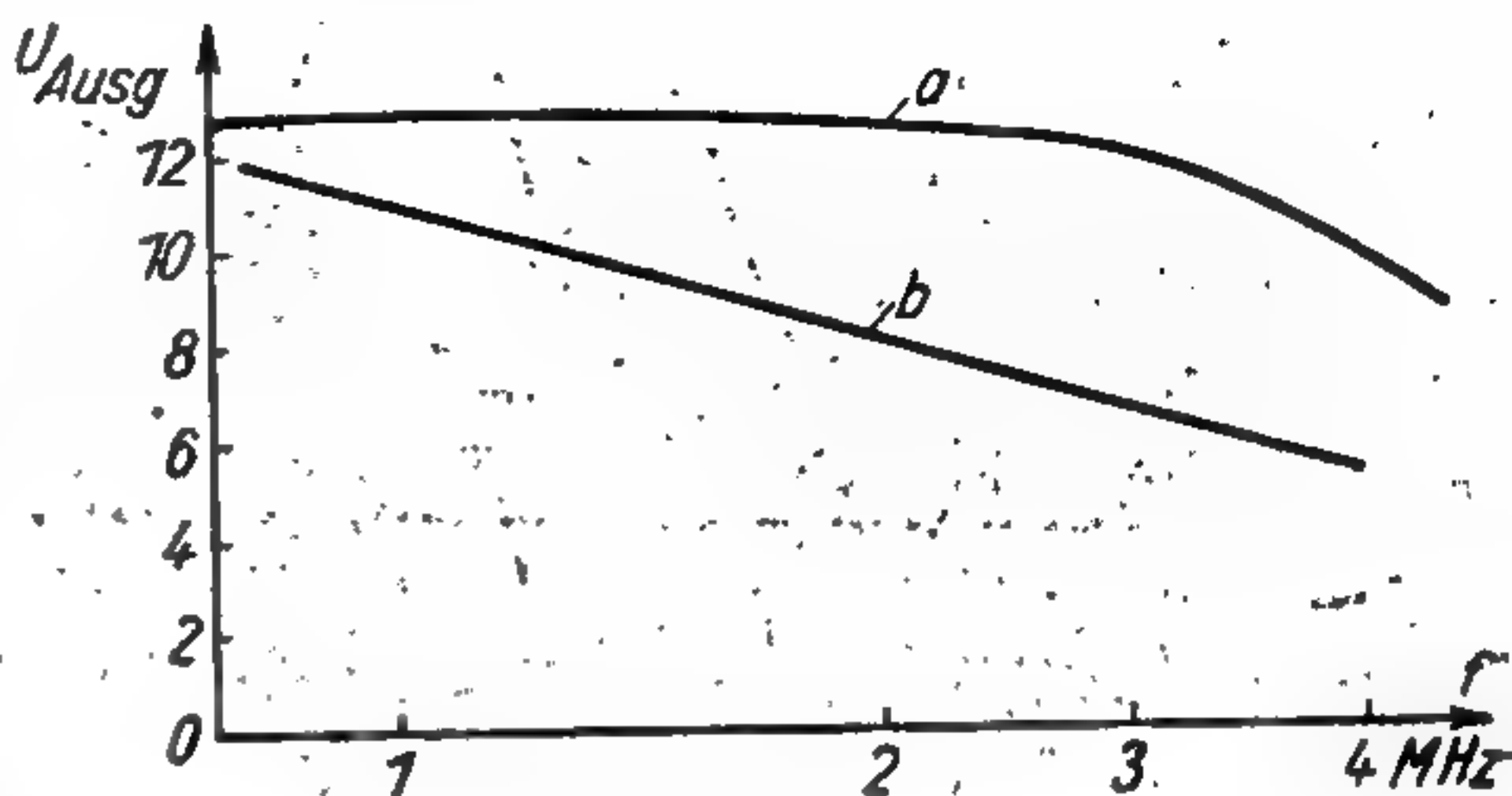


Bild 28. Frequenzkurven des Bildsignalverstärkers
a Frequenzkurve des Bildsignalverstärkers
b dieselbe Kurve bei verkürzter Korrektionsspule L₁₁

Zur Aufnahme einer genauen Kurve wird dem Gitter der Ausgangsröhre eine automatische Vorspannung von etwa 1 V zugeführt. Man schaltet in den Kathodenstromkreis einen Widerstand von 50...100 Ω, dem ein Kondensator von 50...100 μF und einer Arbeitsspannung von 6...10 V parallel geschaltet ist. In diesem Falle wird die Röhre R_ö, (6X6), die die Meßresultate beträchtlich verzerren kann, aus dem Grundbrett herausgenommen.

Bei gröberen Messungen führt man die Signalspannung vom Meßsender dem Gitter der Röhre R_ö, über einen Kopplungskondensator von 0,1...0,2 μF zu. Die Röhre 6X6 wird aus dem Grundbrett nicht herausgenommen. Die Gitterströme der Röhre R_ö, und der Strom der Diode R_ö, erzeugen die negative Gittervorspannung der Röhre R_ö,. Daher ist es nicht nötig, einen Widerstand in den Kathodenkreis der Röhre R_ö, zu schalten.

Die Ausgangsspannung des Signals wird mit einem Hochfrequenz-Röhrenvoltmeter (z. B. des Typs BKC-7¹) oder mit einem Oszillographen an der Kathode der Kathodenstrahlröhre R_ö,₀ gemessen. Beide Geräte besitzen beträchtliche Eingangskapazitäten, die der Eingangskapazität der Kathodenstrahlröhre nahekommen. Darum wird die Kathodenstrahlröhre bei genauer Messung abgeschaltet und das Voltmeter an die Anode der Röhre R_ö, angeschlossen.

Bei Benutzung eines Oszillographen führt man die Spannung unmittelbar an seine Ablenkplatten heran. Die Leitung, die die Ablenkplatte des Oszillographen mit der Anode der Röhre R_ö, verbindet, muß möglichst kurz sein (nicht länger als 20 cm). Wenn die Ablenkplatten des Oszillographen über Umschalter oder

¹ oder entsprechende Typen von RFT (Anm. der deutschen Redaktion).

andere kommutierende Vorrichtungen angeschlossen werden, ist die Kapazität des Oszillographen groß, und die Messungen sind dann ungenau.

Die Frequenzkurve darf keine Resonanzspitzen aufweisen, insbesondere nicht bei hohen Frequenzen. Diese Resonanzspitzen haben nicht nur große lineare Verzerrungen, sondern auch Phasenverzerrungen zur Folge.

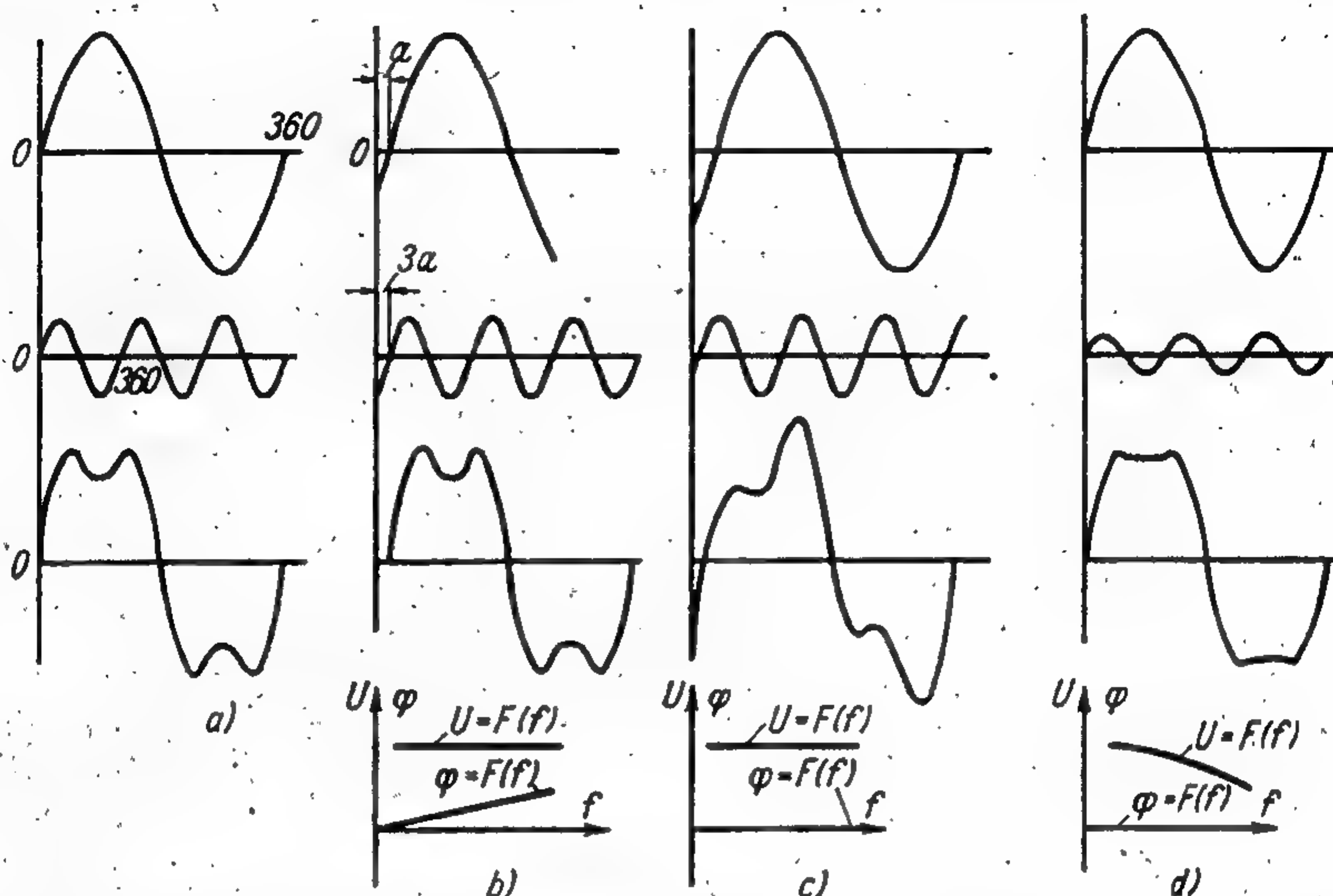


Bild 29. Verzerrung des Signals bei verschiedenen Frequenz- und Phasenkurven des Verstärkers

- a Form und Komponenten des Eingangssignals
- b zeitliche Verschiebung des Signals bei gleichmäßiger Frequenzkurve und linearer Phasenkurve
- c Verzerrung des Signals bei gleichmäßigen Frequenz- und Phasenkurven, jedoch bei Vorhandensein einer Phasenverschiebung
- d Verzerrung des Signals bei ungleichmäßiger Frequenzkurve

Das Auftreten von scheinbar plastischen Formen auf dem Bilde wird hauptsächlich durch falsche Abstimmung des Bildsignalverstärkers hervorgerufen. Darum verringere man lieber die Bildschärfe etwas dadurch, daß man die Korrektionsspulen ausschaltet oder mit geringen Widerständen überbrückt, als daß man Bilder mit diesen plastischen Formen empfängt.

Die Frequenzkurve allein genügt nicht, um den Bildsignalverstärker zu charakterisieren. Damit ein gutes Bild entsteht, darf der Verstärker weder lineare (frequenzabhängige) noch phasenabhängige Verzerrungen erzeugen; falls letztere vorhanden sind, so muß zumindest die Phasenkurve des Verstärkers linear sein. Bild 29 gibt dazu die Erklärung. Wir wollen annehmen, daß dem Verstärkereingang ein kompliziertes Signal zugeführt wird, das aus der Grundfrequenz und ihrer zweiten Oberschwingung besteht. Ein derartiges Signal hat eine Kurvenform, die in Bild 29 a angegeben ist.

Wenn die Frequenzkurve des Verstärkers in den Grenzen dieser Frequenzen gleichmäßig ist und phasenabhängige Verzerrungen vorhanden sind (Bild 29 b und c), so erfolgt bei linearer Phasenkurve nach der Verstärkung (Bild 29 b) zwar eine zeitliche Verschiebung der eintreffenden Signale, aber die Form des

Signals wird nicht verzerrt. Wenn jedoch der Verstärker einen konstanten, für alle Frequenzen gleichen Phasenverschiebungswinkel besitzt (Bild 29c), dann ist die Form des Signals stark verzerrt. Dasselbe findet bei linearen (frequenzabhängigen) Verzerrungen im Verstärker statt (Bild 29d).

Das Aufnehmen einer Phasenkurve des Verstärkers ist sehr schwer. Funkamateure können es nicht durchführen. Werden korrigierende Elemente (Induktivitäten und Kapazitäten) in den Verstärker eingeschaltet, so ruft das gewöhnlich Phasenverzerrungen hervor. Die Erzeugung einer linearen Phasenkurve des Verstärkers ist sehr schwierig, und eine solche Kurve entsteht nur unter bestimmten Bedingungen.

In der letzten Zeit hat die Impulsmethode zur Untersuchung von Breitbandverstärkern vielfach Anwendung gefunden. Sie kann auch in der Funkamateurr Praxis erfolgreich angewandt werden. Diese Methode besteht darin, daß mit einem Oszillographen am Verstärkerausgang die Form der Verzerrung von Rechteckimpulsen beobachtet wird, mit denen der Verstärker angesteuert wird. Zur Untersuchung der Charakteristik des Bildverstärkers genügt es völlig, den Durchgang zweier Rechteckimpulse zu prüfen (Bild 30a); der eine der Impulse hat dabei eine niedrigere Frequenz von etwa 50 Hz und der andere eine hohe Frequenz von etwa 100 kHz.

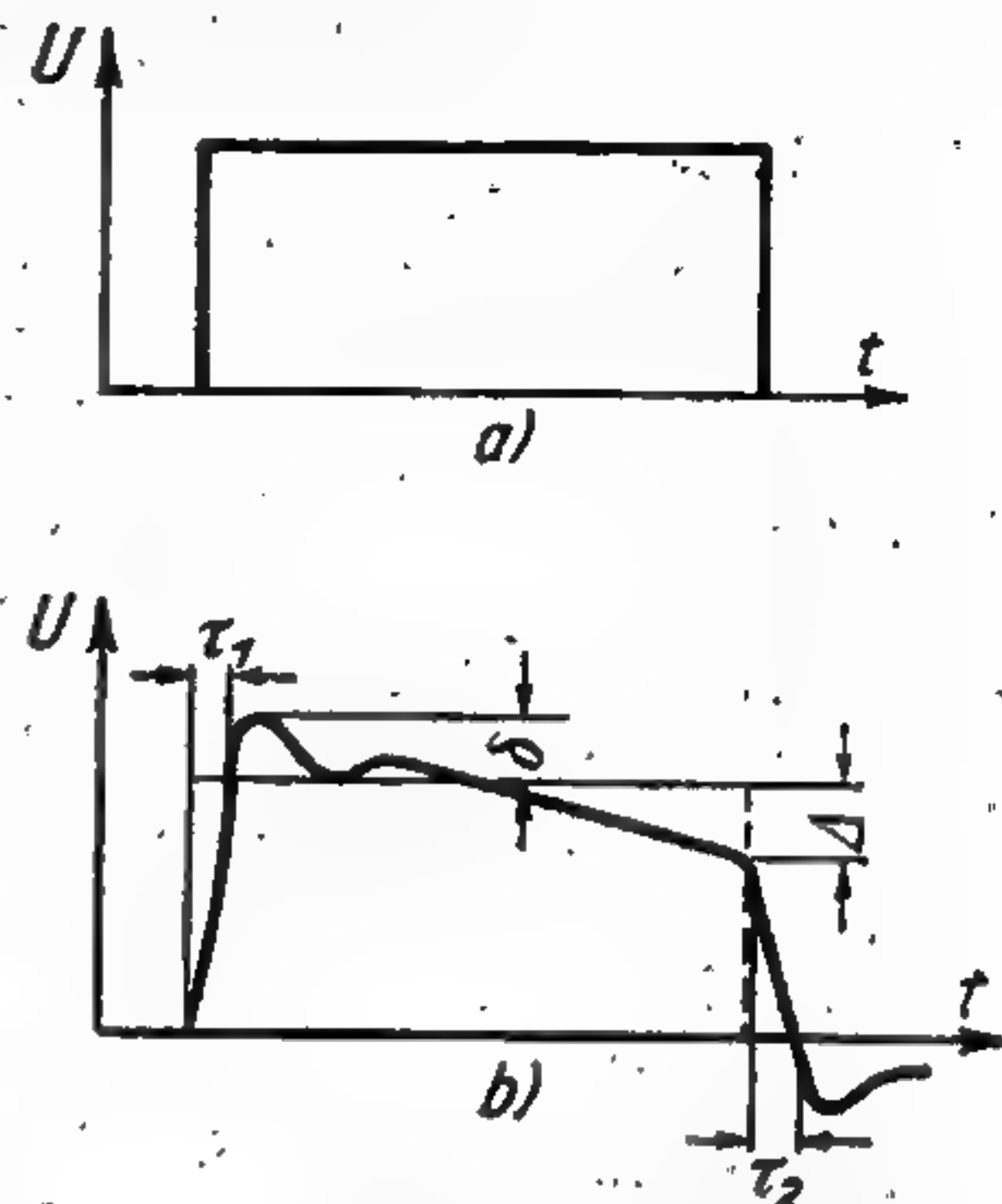


Bild 30. Das Verzerren eines rechteckigen Impulses durch den Verstärker

Die Herstellung eines derartigen Impulsgenerators (er wird in der Anlage beschrieben) ist jedem Funkliebhaber, der einen Fernsehempfänger baut, möglich. Die Impulsverzerrungen, die beim Verstärken entstehen, kann man durch folgende Größen charakterisieren (Bild 30b): durch die Zeit des Anwachsens des Impulses τ_1 , durch die Zeit des Abfallens des Impulses τ_2 und ferner durch die Stirnschwelle δ und die Dämpfung des Impulses Δ , die in % der Impulsamplitude ausgedrückt werden.

Wird dem Verstärker ein rechteckiger Impuls von einer niederen Frequenz zugeführt, so kann man die Zeit des Anwachsens und des Absinkens des Impulses nicht bestimmen, da diese Zeit gegenüber der Dauer des Impulses verschwindend gering ist. Die Stirnschwelle kann auch nur schwer bemerkt werden, weil die Stirn eines niederfrequenten rechtwinkligen Impulses nicht besonders steil ist. Darum ermittelt man mit einem niederfrequenten rechtwinkligen Impuls nur den Abfall des Verstärkungsgrades bei niederen Frequenzen.

Der Ausgangsverstärker des Fernsehgerätes LTK-9 hat keine Kopplungskapazitäten zwischen Detektorstufe und Verstärker und zwischen Verstärker und Kathodenstrahlröhre. Daher kann der Abfall des Verstärkungsgrades bei niederen Frequenzen nur durch den Schirmgitterstromkreis der Röhre $R_{ö7}$ und die Heizstromkreise des Fernsehgerätes hervorgerufen werden.

Impulsverzerrungen, bei denen die Stirnschwelle δ und die Dämpfung Δ nicht mehr als 5% betragen, sind völlig annehmbar. Sie beeinflussen die Güte des Bildes wenig. Stirnschwellen und Dämpfungen von mehr als 7...10% können Verzerrungen hervorrufen, die im Bilde sichtbar werden und die Synchronisation

verschlechtern. Insbesondere ruft ein starker Abfall des Verstärkungsgrades des Verstärkers und des Amplitudenselektors Unstabilität der Bildsynchronisation im oberen Teil des Rasters hervor.

Bild 31 veranschaulicht eine Schaltung für die Prüfung der Signale am Verstärker-
ausgang und ihre Form, wenn rechtwinklige hochfrequente Impulse (etwa 160 kHz) an den Verstärkereingang herangeführt werden.

Beim Kürzen der Korrektionspule L_{12} (Tafel I) ändert sich die Impulsstirn ungefähr nach einer Exponentialkurve mit einer Zeitkonstante, die durch den Widerstand der Anodenbelastung R_{20} und die Kapazität bestimmt wird. Diese setzt sich aus der Ausgangskapazität der Röhre R_{∞} , der Eingangskapazität der

Kathodenstrahlröhre und der Kapazität der Schaltung zusammen. Schaltet man die Korrektionspule L_{12} (Bild 31b) in den Anodenbelastungskreis ein, so wird die Impulsstirn spitzer, und die Schärfe des Bildes nimmt zu. Das ist gut an der Frequenzkurve des Bildes 31 zu erkennen. Die Korrektur verbreitert das Frequenzband und erhöht folglich auch die Schärfe des Bildes. Die geringe Stirnschwelle des Impulses in Bild 31 überschreitet die normierten Grenzen nicht und kann noch durch Parallelschalten eines Widerstandes zur Korrektionspule (Bild 31c) verkleinert werden.

Die Vergrößerung der Spuleninduktivität (Bild 31d) auf das Vierfache verschlechtert allerdings die Form des Impulses beträchtlich und erzeugt auf dem Bild plastische Verzerrungen und mehrfache

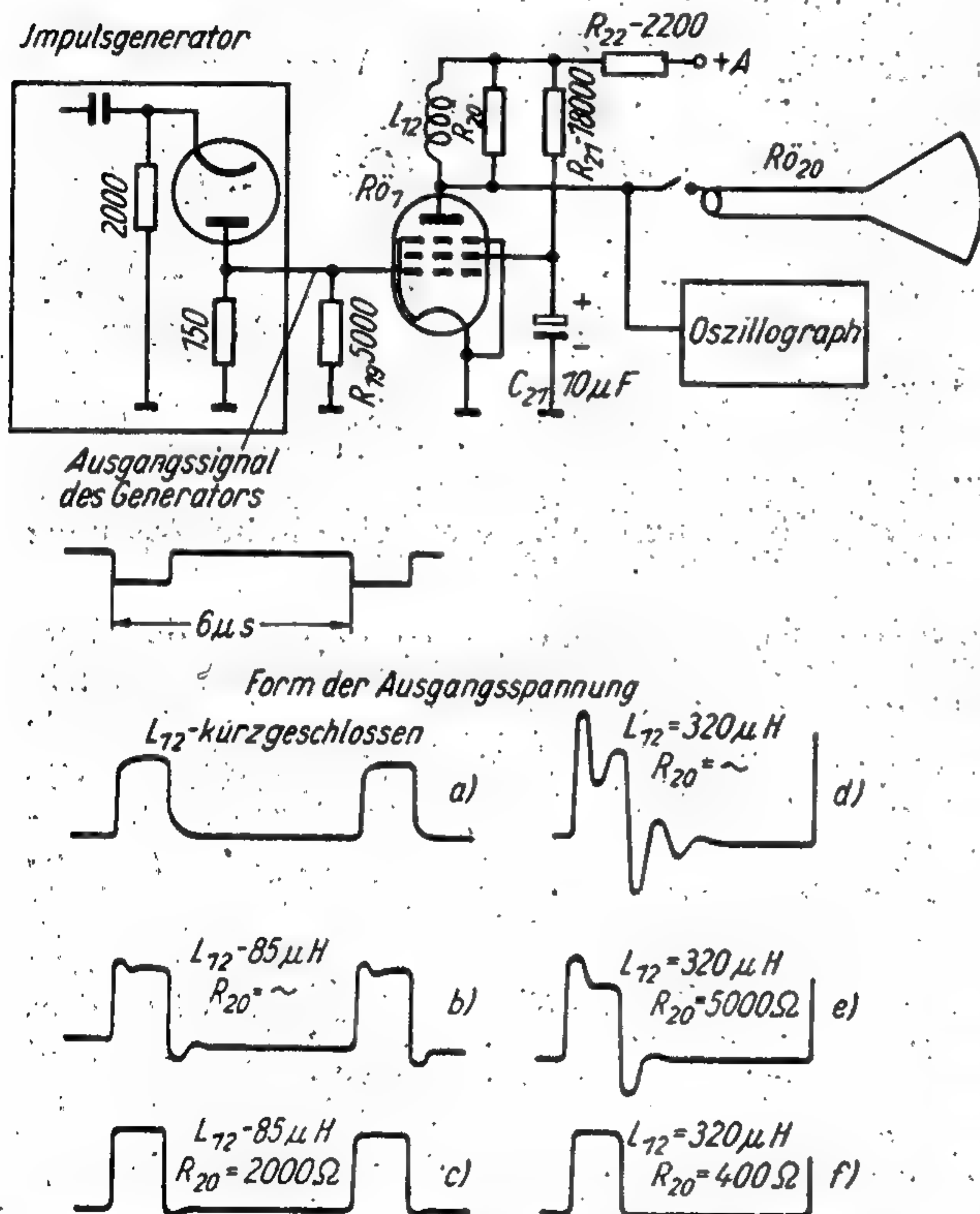


Bild 31. Schaltbild für die Prüfung des Bildverstärkers nach der Impulsmethode und Form der Ausgangsspannungen bei verschiedenen elektrischen Größen der Schaltungsteile

Konturen; nur wenn dieser Induktivität ein kleiner Widerstand (Bild 31f) parallel geschaltet wird, erhält der Impuls eine befriedigende Form.

Bild 32 enthält die Frequenzkurven des Verstärkers bei überhöhter Induktivität der Korrektionspule.

Das Abstimmen der Zwischenfrequenz- und Hochfrequenzstufen des Bildempfängers. Die Zwischenfrequenz im Verstärkerteil des Fernseh-

gerätes LTK-9 ist hoch: Sie beträgt etwa 23 MHz für den Bildsignalempfänger und ungefähr 16,5 MHz für den Tonsignalempfänger. Bei einer derartig hohen Zwischenfrequenz ist es leicht, den Empfänger abzustimmen und ein gleichmäßiges und breites Frequenzband zu erzeugen.

Das Abstimmen des Zwischenfrequenzverstärkers im Bildempfängerteil beginnt man vom letzten Schwingungskreis aus. An das Gitter der letzten Zwischenfrequenzröhre ($Rö_1$) wird vom Meßsender ein Signal mit einer Frequenz von ungefähr 20 MHz herangeführt. Wendet man einen Meßsender mit niederohmigem Ausgang an, z. B. den Empfängerprüfsender (Typ ГСС-6), so braucht man das Röhrengitter, an das das Signal vom Meßsender herangeführt wird, vom Schwingungskreis nicht abzuschalten; denn der Widerstand des Schwingungskreises ist größer als der Widerstand des Meßsenderausganges. Bei hochohmigem oder kapazitivem Ausgange des Meßsenders muß man den Gitterkreis abschalten. Bei kapazitivem Ausgang schaltet man in den Gitterkreis einen Gitterableitwiderstand von einigen 10000 Ω .

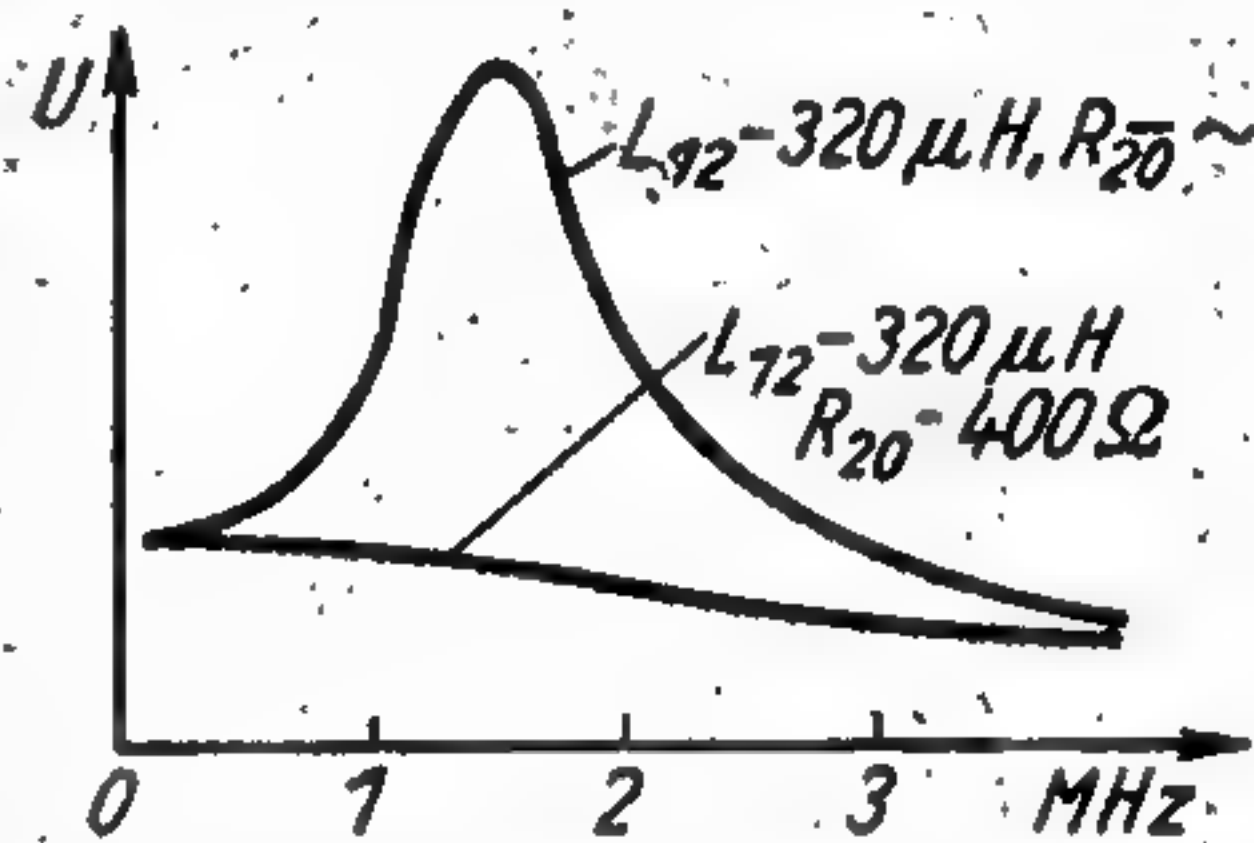


Bild 32. Frequenzkurven des Bildsignalverstärkers, die den Signalformen der Bilder 31 d und f entsprechen

Bei Beginn der Abstimmung wird die Anodenspule L_1 von der Spule L_{10} um 5...8 mm entfernt (der Abstand wird zwischen den einander zunächst gelegenen Spulenwindungen gemessen), und beide Schwingungskreise werden auf Resonanz mit dem Meßsender abgestimmt.

Als Abstimmindikator kann man ein Röhren- oder ein Zeigervoltmeter für 3...10 V Gleichstrom nehmen (der Strom für die Erzeugung des vollen Ausschlages soll 200...300 μA betragen). Das Gerät wird an die Enden des Widerstandes R_{11} angeschlossen.

Wird dem Röhrengitter ein modulierte Signal zugeführt, so kann man ein Röhren- oder Zeiger-Wechselstromvoltmeter oder einen Oszillographen benutzen, der dem Widerstand R_{11} der Anodenbelastung der Ausgangsröhre parallel geschaltet wird (Tafel I).

Beim Abstimmen der Schwingungskreise muß man darauf achten, daß sich die Spule, die man durch Veränderung des Kerns abstimmt, nicht verschiebt und daß der Kern nicht zu tief in die Spule hineingeschoben wird. Andernfalls ändert sich die Induktivität der Anodenspule, die durch einen Kondensator abgestimmt wird. Muß man zur Abstimmung auf Resonanz mit der gegebenen Frequenz den Kern tief in die Spule hineinschieben, so ist die Zahl der Spulenwindungen ein- bis zweimal zu vergrößern oder die Mittelfrequenz, auf die der Zwischenfrequenzverstärker abgestimmt wird, zu ändern.

Sind beide Schwingungskreise auf Resonanz abgestimmt worden, schiebt man die Spule L_1 bis auf einen Abstand $l = 2...3$ mm an die Spule L_{10} heran. Dadurch, daß man die Frequenz des Signalgenerators verändert, prüft man die Frequenzkurve des Schwingungskreises oder nimmt sie grafisch auf.

Bild 33 enthält die Frequenzkurven der Zwischenfrequenz-Verstärkerstufe des Bildsignalempfängers bei verschieden starker Kopplung zwischen den Schwingungskreisen.

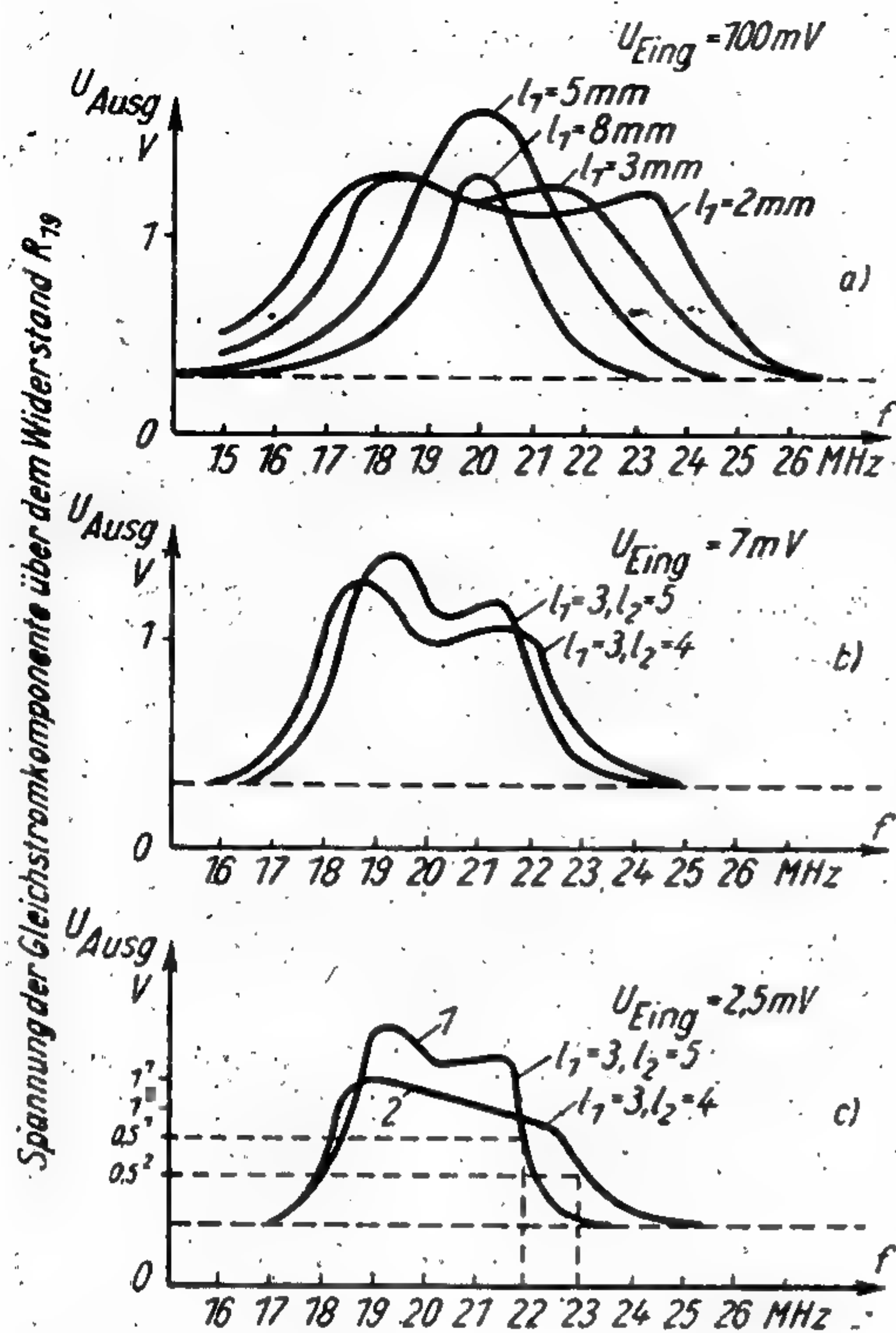


Bild 33. Frequenzkurven des Zwischenfrequenzverstärkers im Bildempfängerteil bei verschiedenen starken Schwingungskreiskopplungen

- a Frequenzkurve des letzten Schwingungskreises
- b Frequenzkurven des zweiten und letzten Schwingungskreises
- c Frequenzkurve des gesamten Zwischenfrequenzverstärkers
- l₁ Abstand zwischen den Spulen des letzten Zwischenfrequenz-Schwingungskreises in mm
- l₂ Abstand zwischen den Spulen des zweiten Zwischenfrequenz-Schwingungskreises in mm

etwa 4 MHz breit sein. Die Frequenzbandbreite wird zwischen den abfallenden Ästen der Frequenzkurve gemessen, und zwar von einem Wert von 0,5 der Amplitude der Ausgangsspannung auf dem abfallenden Ast auf der Seite der höheren Zwischenfrequenz bis zu einem Wert von 0,7 auf dem abfallenden Ast auf der Seite der niederen Frequenz (als Bezugseinheit wird die Amplitude der mittleren Zwischenfrequenz angenommen.)

Bisweilen kann man nicht gleich beim ersten Mal eine gute Frequenzkurve erhalten. In diesem Falle wird der Zwischenfrequenzverstärker des Empfängers noch einmal abgestimmt. Während des gegenseitigen Annäherns der Spulen können sich manchmal die Schwingungskreise verstimmen; dann sind die Höcker der Frequenzkurve nicht mehr gleich hoch. In solchen Fällen kann man die Abstimmung eines der Schwingungskreise nach der einen oder der anderen Richtung ändern. Man muß sich aber vorher die Lage des Kernes oder die Einstellung des Trimmers merken, falls die Ergebnisse nicht besser, sondern schlechter werden.

Ist die letzte Stufe des Zwischenfrequenzverstärkers abgestimmt worden, führt man das Signal vom Meßsender zum Gitter der Röhre R_{ö1} (der ersten Stufe des Zwischenfrequenzverstärkers) und stimmt die Schwingungskreise ab. Die Frequenz des Meßsenders wird erneut auf einen mittleren Zwischenfrequenzwert (etwa 20 MHz) eingestellt, die Spulen werden auseinandergeschoben, und man beginnt, die Schwingungskreise abzustimmen, aber mit einer geringeren Spannung des Eingangssignals als im ersten Falle. Nach der Abstimmung wird die Spule herangeschoben, damit man eine deutlich ausgeprägte, doppelhöckerige Kurve erhält.

Zur Abstimmung des Schwingungskreises der Mischstufe L₂ wird die Spannung vom Meßsender an das Gitter der Röhre R_{ö2} geführt. Hierbei muß man den Schwingungskreis L₂ vom Röhrengitter abschalten.

Der Schwingungskreis der Mischstufe wird ungefähr auf eine mittlere Zwischenfrequenz abgestimmt, dadurch ergibt sich eine genügend gute Frequenzkurve des gesamten Zwischenfrequenzverstärkers (Bild 33c).

Das Frequenzband des Zwischenfrequenzverstärkers muß insgesamt

Für die Abstimmung des Zwischenfrequenzverstärkers mit einem gewöhnlichen Empfängerprüfsender, z. B. des Typs ГСС-6, für die Ermittlung der benötigten Spulenwindungszahl und die Aufnahme der Frequenzkurven braucht man ungefähr eine Stunde.

Ein Zwischenfrequenzverstärker mit abgeschirmten Schwingungskreisen neigt bei genügend guter Montage gewöhnlich nicht zur Selbsterregung. Stellt man aber Selbsterregung fest, so kann man sie dadurch beseitigen, daß man zusätzliche Entkopplungsglieder in die Schirmgitterstromkreise einschaltet oder einige Entkopplungsglieder an das Chassis zusätzlich anschließt. Wird die Selbsterregung durch diese Maßnahmen nicht beseitigt, so kontrolliert man nochmals die Schaltung und verkürzt nach Möglichkeit alle Verbindungsleitungen. Im äußersten Falle muß man eine Verminderung der Verstärkung in Kauf nehmen und den Schwingungskreisen Widerstände parallel schalten oder die Speisenspannungen der Zwischenfrequenz-Verstärkerröhren herabsetzen. Weiter kann zur Beseitigung der Selbsterregung die Zwischenfrequenz z. B. auf 14...16 MHz verringert werden. Um die erforderliche Frequenzbandbreite zu erhalten, muß man beim Übergang auf eine niedrigere Zwischenfrequenz nicht nur die Windungszahlen der Schwingungskreisspulen erhöhen, sondern auch den Schwingungskreisen geringere Widerstände parallel schalten.

Der Oszillator und der Hochfrequenzverstärker können mit Hilfe des vom Fernsehsender gesendeten Signals abgestimmt werden. Die Frequenz des Oszillators muß um die Größe der Zwischenfrequenz höher sein als die Trägerwelle. Um die Kanäle abzustimmen, auf denen gerade keine Fernsehsendung erfolgt, muß man einen Kurzwellenmeßsender, z. B. des Typs СГ-1, verwenden¹.

Abstimmung des Tonempfängers

Die Abstimmung des Tonempfängers kann man damit beginnen, daß man entweder den Niederfrequenzverstärker einstellt oder den Frequenzgleichrichter (Diskriminator) und Zwischenfrequenzverstärker abstimmt.

Die Einstellung des Niederfrequenzverstärkers bereitet den Funkamateuren keine Schwierigkeiten und wird deswegen hier nicht besprochen.

Bevor man den Zwischenfrequenzverstärker und den Frequenzgleichrichter abstimmt, muß man die Zwischenfrequenz des Tonempfängers ermitteln. Obgleich diese Zwischenfrequenz schon vorher bei der Wahl der Frequenzen für die Abstimmung des Bild-Zwischenfrequenzverstärkers bestimmt wurde, kann sich ihre Größe gemäß der Frequenzcharakteristik des gesamten Bildverstärkers oder seines Zwischenfrequenzteiles nach der einen oder anderen Richtung hin etwas verändern. Bekanntlich beträgt die Differenz zwischen den Trägerfrequenzen der Bild- und Tonsignale 6,5 MHz. Die Trägerfrequenz der Tonsignale ist höher als die der Bildsignale, und die Frequenz des Oszillators soll höher sein als die Trägerfrequenzen. Darum muß die Zwischenfrequenz des Tonempfängers niedriger sein als die Zwischenfrequenz des Bildempfängers.

Bei Fernsehsendungen mit Unterdrückung eines Seitenbandes muß also die Trägerfrequenz der Bildsignale auf dem abfallenden Ast der Empfänger-Frequenzkurve liegen.

Um die Lage der Trägerfrequenz im Zwischenfrequenzverstärker zu ermitteln,

¹ oder einen entsprechenden Typ von RFT (Anm. d. deutschen Redaktion).

muß man die Frequenzkurve des gesamten Zwischenfrequenzverstärkers des Bildempfängerteiles aufnehmen. Der Trägerfrequenz im Zwischenfrequenzverstärker des Bildempfängerteiles entspricht auf dieser Kurve eine Frequenz, die auf dem abfallenden Ast auf der Seite der höheren Frequenzen ungefähr an der Stelle liegt, bei der die Spannung die Hälfte der Amplitude der Ausgangsspannung beträgt. In Bild 33c entspricht der Zwischenfrequenzträgerwelle bei der Kurve 2 eine Frequenz von 23 MHz, bei der Kurve 1 eine Frequenz von 22 MHz. (Bei der Bestimmung der Spannungsamplitude wird der Wert des am Ausgang liegenden Instrumentes, der beim Fehlen des Eingangssignals abgelesen wird, gleich 0 gesetzt und der bei mittlerer Zwischenfrequenz abgelesene Wert gleich 1). Von der errechneten Größe der Zwischenfrequenz der Trägerwelle zieht man 6,5 MHz ab. Die erhaltene Differenz entspricht dem Mittelwert der Zwischenfrequenz des Tonempfängers. In Bild 33c hat die Zwischenfrequenz bei der Kurve 2 den Wert von 16,5 MHz und bei der Kurve 1 den Wert von 15,5 MHz. Ist die Zwischenfrequenz des Tonverstärkers ermittelt worden, stimmt man den Empfänger ab.

Der Zwischenfrequenzverstärker des Tonempfängers muß ein Frequenzband von 300...500 kHz durchlassen, das ohne Verstimmen der Schwingungskreise erhalten werden kann.

Ein Signal des Empfängerprüfsenders von einer Frequenz, die der Zwischenfrequenz des Tonempfängers gleicht, wird an das Gitter der Mischröhre $R_{\bar{0}}$ geführt, und durch Abstimmung der Schwingungskreise $L_{\bar{1}}$, L_{11} und L_{14} stellt man im Zwischenfrequenzverstärker Resonanz und die nötige Frequenzbandbreite für die Tonsignale her. Als Abstimmindikator kann ein hochohmiges Zeigerinstrument oder besser ein Röhrenvoltmeter für Gleichstrom benutzt werden, das an einen der Belastungswiderstände (z. B. R_{33}) des Frequenzgleichrichters $R_{\bar{0}10}$ angeschlossen wird. Die Verbindung zwischen R_{33} und R_{34} schließt man über den Kondensator C_{30} an die Anode der Röhre $R_{\bar{0}}$ an. Damit keine Abstimmungsfehler im Schwingungskreis L_{14} erzeugt werden, wird der Indikator über einen Widerstand von 50000...100000 Ω angeschlossen, wobei man den Widerstand unmittelbar an die Mitte des Belastungswiderstandes für den Frequenzgleichrichter anschließt.

Während der Abstimmung der Schwingungskreise muß die Amplitude des ankommenden Signals klein sein, damit am Ausgang (auf dem Widerstand R_{33}) die Spannung der Gleichstromkomponente nicht höher als 2...3 V ist. Im entgegengesetzten Falle würde sich beim Abstimmen der Schwingungskreise des Tonempfängers die Ausgangsspannung infolge der Wirkung des Begrenzers ($R_{\bar{0}}$) sehr wenig ändern, und das Eintreten der Resonanz wäre sehr schwer festzustellen. Der Schwingungskreis L_{11} , C_{11} soll möglichst stark verstimmt werden, z. B. dadurch, daß in ihn ein Kondensator von einer Kapazität von 100...200 pF eingeschaltet wird.

Ist der Schwingungskreis L_{11} , C_{11} auf eine Frequenz abgestimmt, die der Zwischenfrequenz des Tonempfängers nahekommt, wird die auf einem der Belastungswiderstände des Frequenzgleichrichters gemessene Ausgangsspannung kleiner. Das kann als Zeichen für die Abstimmung des Schwingungskreises L_{11} , C_{11} benutzt werden. Um eine vollständige Kennlinie des Diskriminators zu erhalten, schaltet man den Indikator an beide Belastungswiderstände des Frequenzgleichrichters, d. h. zwischen Erde und Ausgang des Tonempfängers (Tafel I).

In diesem Falle benutzt man als Indikator am besten ein Instrument, dessen Nullpunkt in der Mitte der Skala liegt. Leitet man die Zwischenfrequenz vom Meßsender an das Gitter der Mischröhre, kann man mit Hilfe des Kondensators C_{11} die Spannung am Ausgange auf Null abgleichen. Eine geringe Verkleinerung oder Vergrößerung der Kapazität des Kondensators C_{11} muß den Zeiger des Meßinstrumentes nach links oder rechts aus der Nullage ablenken. Auf diese Weise wird der Frequenzgleichrichter richtig abgestimmt. Durch Verändern der Kopplung zwischen den Spulen L_{14} und L_{15} erzeugt man im Frequenzgleichrichter des Tonempfängers die nötige Frequenzbandbreite.

Bild 34a enthält die Frequenzkurve des Zwischenfrequenzverstärkers des Tonempfängers und Bild 34b die Charakteristik des Frequenzgleichrichters.

Die Charakteristik des Frequenzgleichrichters muß man sowohl bei einem starken als auch einem schwachen Eingangssignal prüfen.

Der Tonempfänger kann ohne Meßsender abgestimmt werden. Man verwandelt den Frequenzgleichrichter in einen gewöhnlichen Amplitudengleichrichter. Die Niederfrequenzspannung wird über einen Widerstand von $50\,000 \dots 100\,000 \, \Omega$ nicht vom gesamten Belastungswiderstand, sondern nur von dem Widerstand R_{11} allein abgenommen. Mit den Kondensatoren C_{10} und C_{11} des Oszillatorschwingungskreises, manchmal auch durch Abstimmen der Zwischenfrequenz-Schwingungskreise erreicht man den Empfang der Tonsignale.

Darauf werden alle Zwischenfrequenz-Schwingungskreise auf Resonanz abgestimmt. Man benutzt dazu am besten einen Indikator, den man an den Widerstand R_{11} anschließt. Bei Resonanz der Schwingungskreise L_6 , L_{13} und L_{14} hat der Indikator den größten Zeigerausschlag. Die Lautstärke der Tonsignale eines frequenzmodulierten Senders ist hierbei minimal und liegt zwischen zwei Maxima. Danach werden der Eingang des Niederfrequenzverstärkers und der Indikator an beide Widerstände (R_{11} , R_{14}) angeschlossen; durch Nachstellen des Kondensators C_{11} wird eine maximale Lautstärke erreicht, bei der der Zeiger des Indikators sich der Null nähert.

Die Abstimmung des Schwingungskreises L_{11} , C_{11} mit dem Indikator wird am besten während der Sendepausen vorgenommen, wenn die Trägerwelle der Tonsendung nicht moduliert wird. Durch Änderung der Oszillatorabstimmung kann man die Frequenzkurve des Gleichrichters mit dem Indikator überprüfen. Wird die Oszillatorfrequenz in einer bestimmten Richtung verändert, wächst der Ausschlag des Indikators an; danach tritt ein Maximum ein. Es beginnt der lineare Arbeitsbereich der Diskriminatorcharakteristik, der von seinem Maximum bis auf Null abfällt und dann weiter linear mit umgekehrtem Vorzeichen bis zum zweiten Maximum auf der anderen Ordinatenenseite wieder anwächst.

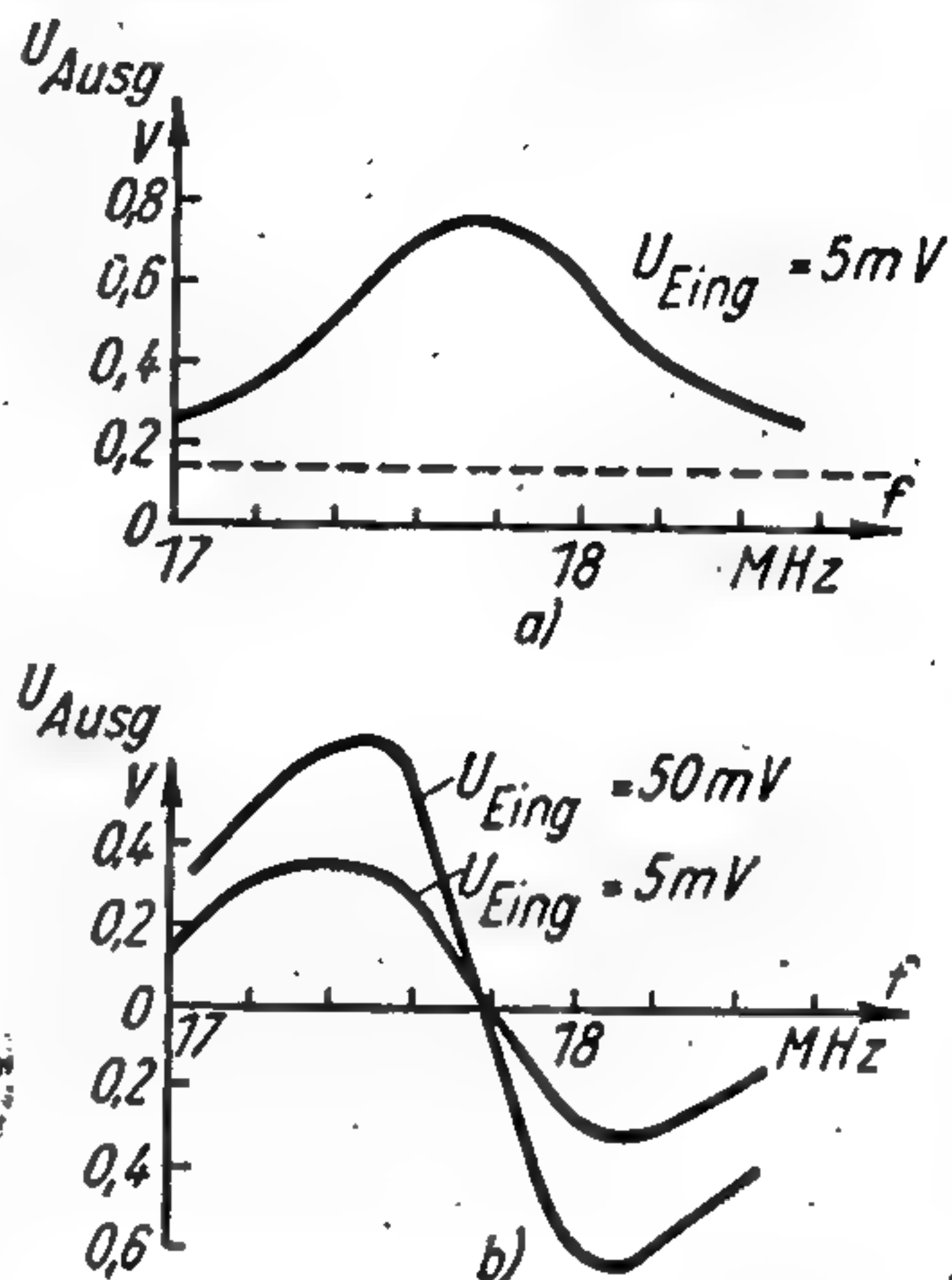


Bild 34. Frequenzkurven des Zwischenfrequenzverstärkers und des Gleichrichters
a Frequenzkurve des Zwischenfrequenzverstärkers im Tonempfängerteil
b Frequenzkurve des Frequenzgleichrichters bei Zuführung eines Meßsendersignals auf das Gitter der Röhre R_0 .

Einstellung des Fernsehgerätes mit Hilfe des empfangenen Bildes

Die endgültige Einstellung des Gerätes wird während des Bildempfangs vorgenommen.

Hierbei werden die Hochfrequenz-Schwingungskreise beider Kanäle abgestimmt, der Amplitudenselektor wird eingestellt, die Frequenz der Kippgeneratoren für die Horizontalablenkung nachgestimmt und die Linearität der Horizontal- und Vertikalablenkung eingestellt und kontrolliert. Dann stellt man das nötige Bildformat ein, kontrolliert die vertikale und vor allen Dingen die horizontale Bildschärfe, stellt sie nach und stimmt endlich die Schwingungskreise des Tonempfängers nach, damit die optimale Bildgüte einem guten Tonempfang entspricht.

Das Gerät wird am besten während der Sendung des Prüfrasters eingestellt, der vom Fernsehsender vor Beginn der Sendung übertragen wird.

Abstimmung der Hochfrequenz-Schwingungskreise. Nach Anschluß der Antenne wird das Fernsehgerät an das Netz geschaltet. Der Umschalter wird in die Stellung gebracht, die dem Kanal entspricht, auf dem die Sendung erfolgt. Wenn auf zwei Kanälen gesendet wird, stimmt man zunächst auf dem Kanal mit höherer Frequenz ab. Die Spulen L_1 und L_2 werden durch Veränderung ihrer Induktivität und der Oszillator mit dem Kondensator C_{10} abgestimmt. Hat man den Kanal höherer Frequenz abgestimmt, beginnt man mit der Abstimmung des Kanals niedriger Frequenz. Den Kanalschalter stellt man so ein, daß die Kondensatoren C_1 , C_4 und C_{11} , mit denen abgestimmt wird, entsprechend in die Hochfrequenz- und Oszillatorschwingungskreise eingeschaltet sind.

Um auf dem Leuchtschirm ein Bild zu erhalten, wird der Drehknopf für die Kontrasteinstellung in die äußerste rechte Lage gebracht (durch Drehung im Uhrzeigersinne); dadurch erreicht die Empfängerempfindlichkeit ihren maximalen Wert (der Gleitkontakt des Potentiometers R_{11} muß am geerdeten Ende des Widerstandes liegen). Danach muß man versuchen, eine Abbildung auf dem Röhrenschirm dadurch zu erzeugen, daß man die Abstimmung des Oszillatorschwingungskreises verändert.

Zeichen für das Durchkommen von Signalen sind die Veränderung der Schirmhelligkeit und die ungleichmäßige Helligkeit aller Rasterpunkte. Wenn das erreicht ist, erzeugt man durch Verdrehen der Knöpfe für die Regulierung der Bildfrequenz (R_{50}) und Zeilenfrequenz (R_{45}) ein stabiles Bild. Die Bildhelligkeit wird durch das Potentiometer R_{11} eingestellt. Mit dem Potentiometer R_{50} stellt man die Strahlschärfe ein. Darauf erzeugt man durch Änderung der Oszillatorabstimmung maximale Bildschärfe, die eintritt, wenn sich die Kondensatorkapazität des Oszillatorschwingungskreises verringert.

Mit wachsender Bildschärfe wird der Bildkontrast schwächer. Die Verringerung des Bildkontrastes bei Erhöhung der Oszillatorfrequenz weist darauf hin, daß sich die Trägerwelle der Bildsignale auf dem absteigenden Aste der Frequenzcharakteristik des Bildempfängers befindet.

Der Empfängeroszillator ist richtig abgestimmt, falls die Amplitude der Ausgangssignale auf die Hälfte ihres maximalen Wertes absinkt, wenn die Trägerfrequenz der Bildsignale auf der Mitte der Frequenzkurve des Empfängers liegt.

Die Signalamplituden kann man am Ausgange des Bildempfängers mit einem Röhrenvoltmeter oder einem Oszillographen aufnehmen oder auch mit einem Gleichstromvoltmeter am Widerstand R_1 , der Gleichrichterbelastung messen.

Durch Abstimmung der Hochfrequenz-Schwingungskreise erreicht man eine maximale Kontraststärke und Bildschärfe. Hierbei kann sich die Frequenzkurve des Tonempfängers etwas ändern, und darum muß man die Oszillatorabstimmung überprüfen.

Wenn die Abstimmung der Hochfrequenz-Schwingungskreise und des Oszillators mit einem Ultrakurzwellen-Meßsender erfolgt, verfährt man wie folgt: Den Ausgang des Ultrakurzwellen-Meßsenders schließt man an den Antenneneingang des Fernsehgerätes an. Durch Veränderung der Frequenz des Ultrakurzwellen-Meßsenders ermittelt man, auf welche Frequenz der Oszillator abgestimmt ist. Als Abstimmungsindikator kann der Leuchtschirm der Kathodenstrahlröhre dienen, auf dem bei Benutzung eines modulierten UKW-Meßsenders horizontale Streifen erscheinen, oder ein Modulationston, der im Lautsprecher des Tonempfängers zu hören ist.

Bei genügend großer Eingangsspannung (10...20 mV) können bis zum Ausgange Signale dringen, deren Frequenz über der Oszillatorfrequenz liegt. Hat man sich überzeugt, daß die Frequenz des vom Meßsender kommenden Signals über der Oszillatorfrequenz liegt, so ermittelt man, um wieviel sie sich von den verlangten Trägerfrequenzen des Bildkanals oder Tonkanals unterscheidet. Man stellt eine der verlangten Trägerfrequenzen ein und stimmt dann den Empfängeroszillator nach.

Die Hochfrequenz-Schwingungskreise werden so abgestimmt, daß sie gegen die mittlere Kanalfrequenz um ein geringes, etwa 2...3 MHz, verstimmt sind. Nach Abstimmung der Hochfrequenz-Schwingungskreise kontrolliert man die Frequenzkurve des gesamten Verstärkers.

Wenn der Empfänger mit dem UKW-Meßsender abgestimmt worden ist, müssen die HF-Schwingungskreise und der Oszillator mittels des empfangenen Bildes nachgestimmt werden. Manchmal muß man beim Abstimmen die Frequenzkurve des Fernsehgerätes dadurch korrigieren, daß man den ZF-Schwingungskreis L_1 nachstimmt.

Ein normal arbeitender Empfänger muß eine horizontale Bildschärfe von mindestens 350 Zeilen haben. Das Bild muß kontrastreich und ohne plastische Verzerrungen sein.

Abstimmung des Tonempfängers. Manchmal ist bei Fernsehempfängern die Einstellung für das kontrastreiche, scharfe Bild nicht günstig für die Güte des Tones. Um die notwendige Übereinstimmung zu erreichen, muß man einen der ZF-Verstärker umstimmen. Der Umfang der erforderlichen Umstimmung kann während des Fernsehempfanges bestimmt werden.

Gewöhnlich muß man den ZF-Tonempfänger nachstimmen, da seine Umstimmung keine besonderen Schwierigkeiten bereitet und ohne Geräte vorgenommen werden kann. Wenn zwischen der Anpassung der Oszillatorabstimmung an eine gute Bildübertragung und an die Tonübertragung so große Differenzen bestehen, daß bei Empfang eines guten Bildes der Ton überhaupt fehlt, stimmt man die ZF-Schwingungskreise für die Tonsignale durch aufeinanderfolgende Annäherungen nach.

Zunächst dreht man den Kondensator des Oszillatorschwingungskreises so lange in der Richtung, in der sich das Bild verbessert, bis der Tonempfang zu verschwinden beginnt. Dann werden die ZF-Schwingungskreise des Tonverstärkers nachgestimmt. Der Kondensator des Oszillatorschwingungskreises wird erneut verdreht, und die ZF-Schwingungskreise werden wiederum nachgestimmt. Eine derartige Umstimmung der Schwingungskreise erfolgt so lange, bis Bild und Ton übereinstimmen.

Einstellung des Kanals für die Bildsynchronisation

Die Synchronisiersignale werden von den Bildsignalen nach der Größe der Amplitude abgeteilt. Darum müssen die Synchronisiersignale eine maximale Amplitude besitzen. Die Amplitude der eigentlichen Bildsignale darf nicht größer sein als die Amplitude der Sperrimpulse.

Die Stabilität der Synchronisation hängt stark von der Frequenzkurve des Bildempfängers ab.

Bei ungleichmäßiger Frequenzkurve, besonders bei starker Hervorhebung der hohen Frequenzen im Bildempfänger, können einige Bildsignale eine Amplitude haben, die nicht nur die Amplitude der Sperrsignale, sondern sogar die Amplitude der Synchronisiersignale übertrifft. Das ist hauptsächlich bei einer Überhöhung der Frequenzkurve des Bildverstärkers der Fall, da hier die Änderung der Signalamplitude der Frequenzkurve proportional ist. Im Hochfrequenz- und Zwischenfrequenzverstärker findet keine proportionale Änderung der Amplituden verschiedener Frequenz statt, da eine Schwächung der Trägerfrequenz eine starke Verringerung der Seitenbandverstärkung fast unabhängig von der Frequenzkurve des Verstärkers zur Folge hat.

Wenn aber die Amplitude irgendwelcher Bildsignale so groß ist wie die Amplitude der Synchronisiersignale, so teilt der Amplitudenselektor diese Bildsignale zusammen mit den Synchronisiersignalen ab. Das führt zur Unstabilität einzelner Zeilen oder ganzer Bilder. Bei starken störenden Signalen, die gleichzeitig mit den Bildsignalen eintreffen, oder bei inneren Störungen, deren Amplitude größer ist als die Amplitude der Synchronisiersignale, arbeitet der Amplitudenselektor sehr schlecht, und die Synchronisation ist unstabil. Das erklärt sich daraus, daß die Störsignale die notwendige Vorspannung der Anode der Röhre R₀, des Amplitudenselektors erzeugen. Dadurch treten die Synchronisiersignale, die eine kleinere Amplitude haben, auf dem Selektobelastungswiderstand kaum hervor.

Diese Störsignale können sowohl äußere Störungen sein und zusammen mit den Bildsignalen eintreffen, sie können aber auch durch die Kippgeräte oder andere Teile des Fernsehgerätes erzeugt werden.

Die Kippgeneratoren für die Horizontal- und Vertikalablenkung können Störungen im Synchronisierkanal oder im Bildverstärker hervorrufen. Solche Störungen treten meist deswegen auf, weil diese Teile des Gerätes nahe aneinanderliegen oder die Speisestromkreise schlecht entkoppelt sind.

Um sich zu überzeugen, daß der Fernsehempfänger von inneren Störungen frei ist, kontrolliert man mit einem Oszillographen bei abgeschalteter Antenne und minimaler Empfängerverstärkung, ob im Anodenkreis des Synchronisierkanalverstärkers ($R\ddot{o}_{1,3}$) Signale vorhanden sind. Hierbei darf auf dem Oszillographenschirm keine Wechselspannung liegen. Wechselspannung kann auftreten, wenn der Synchronisierverstärker eigene Schwingungen erzeugt oder im Anodenspeisekreis keine Entkopplung vorhanden ist.

Selbsterregung kann eintreten, wenn Bildverstärker und Synchronisierverstärker schlecht montiert sind oder wenn die Kondensatoren $C_{1,0}$ und $C_{1,1}$ für die Entkopplung des Anodenspeisestromkreises sehr weit von den Röhren $R\ddot{o}_7$ und $R\ddot{o}_{1,3}$ entfernt montiert sind (Bild 10).

Beim Einstellen der Bildsynchronisierstufen wird zunächst der Diodenbegrenzer geprüft. Dazu wird die auf dem Widerstand $R_{2,7}$ des Amplitudenselektors $R\ddot{o}_6$ erzeugte Spannung an den Oszillographen geführt und die Form der Synchronisierimpulse beobachtet. Durch Veränderung der Widerstände $R_{2,3}$ und $R_{2,7}$ erzeugt man eine maximale Amplitude der auf dem Widerstand $R_{2,7}$ abgeteilten Synchronisierimpulse. Hierbei müssen sich die Synchronisierimpulse unabhängig von der Amplitude des ankommenden Signals in reiner Form und ohne Sperrimpulse abteilen. Die Wirkung des Amplitudenselektors verbessert sich, wenn der Widerstand $R_{2,3}$ verkleinert wird. Aber die Verkleinerung dieses Widerstandes kann die Bildschärfe dadurch abschwächen, daß im Anodenstromkreis des Verstärkers vom Stromkreis des Amplitudenselektors her eine zusätzliche Kapazität auftritt. Darum muß man bei Verringerung des Widerstandes $R_{2,3}$ die Bildschärfe kontrollieren.

Im Synchronisierimpulsverstärker wird die Größe des Kathodenwiderstandes $R_{4,1}$ und manchmal die der Anodenbelastungswiderstände $R_{4,2}$ und $R_{4,3}$ der Röhre $R\ddot{o}_{1,3}$ durch Probieren gewählt (Tafel II).

Der Vorspannwiderstand muß eine derartige Größe haben, daß durch die Gitterströme der Röhre die Spitzen der Synchronisierimpulse beschnitten werden. Dann hängt die Spannung der Synchronisierimpulse fast gar nicht von der Amplitude der Bildsignale ab, und die Impulse haben eine rechtwinklige Form. Um die Wirkung des Synchronisierimpulsverstärkers zu verbessern, ist es manchmal gut, in den Gitterstromkreis der Röhre $R\ddot{o}_{1,3}$ einen Widerstand von 2000 bis 5000 Ω einzuschalten. Dadurch werden die Synchronisierimpulse besser beschnitten.

EINZELTEILE DES FERNSEH-EMPFANGSGERÄTES

Wir haben die Schaltung des Fernseh-Empfangsgerätes LTK-9 beschrieben, die Konstruktion seiner Einzelteile ausführlich behandelt, die grundlegenden Kennlinien des Fernsehgerätes und der in ihm vorhandenen Geräte behandelt und Angaben zur Inbetriebsetzung des Empfängers gemacht.

Bastler halten sich beim Bau eines Fernsehgerätes nicht immer genau an die Bauanleitungen. Je nach dem, was für Einzelteile oder Material sie besitzen

oder ob sie irgendeinen Teil des Gerätes verbessern oder vereinfachen wollen, werden die Schaltung und Konstruktion verändert. Darum werden die Bastler bei der Herstellung des Fernsehgerätes LTK-9 nicht alle Teile des Empfängers genau nachbauen.

In diesem Kapitel werden einige Schaltungsvarianten gezeigt, die das Fernsehgerät zum Teil vereinfachen, zum Teil aber auch komplizierter machen.

Änderungen an der Schaltung der Empfängerteile

Die Empfängerteile des Fernsehgerätes LTK-9 haben eine ungefähr gleiche Empfindlichkeit, und man kann mit ihnen Fernsehsendungen auf eine Entfernung von 30...40 km vom Sender gut empfangen. Wenn bei großer Entfernung vom Fernsehsender oder bei geringer Stärke der ausgesendeten Signale die Empfindlichkeit zu vergrößern ist, erhöht man am besten die Hochfrequenzverstärkung; denn dann wächst die Empfindlichkeit beider Empfängerteile. Bild 35 zeigt das Schaltbild eines zusätzlichen Hochfrequenzverstärkers für den Fernsehempfänger LTK-9. Mit ihm kann man die Empfindlichkeit der Empfänger zwei- bis dreimal vergrößern.

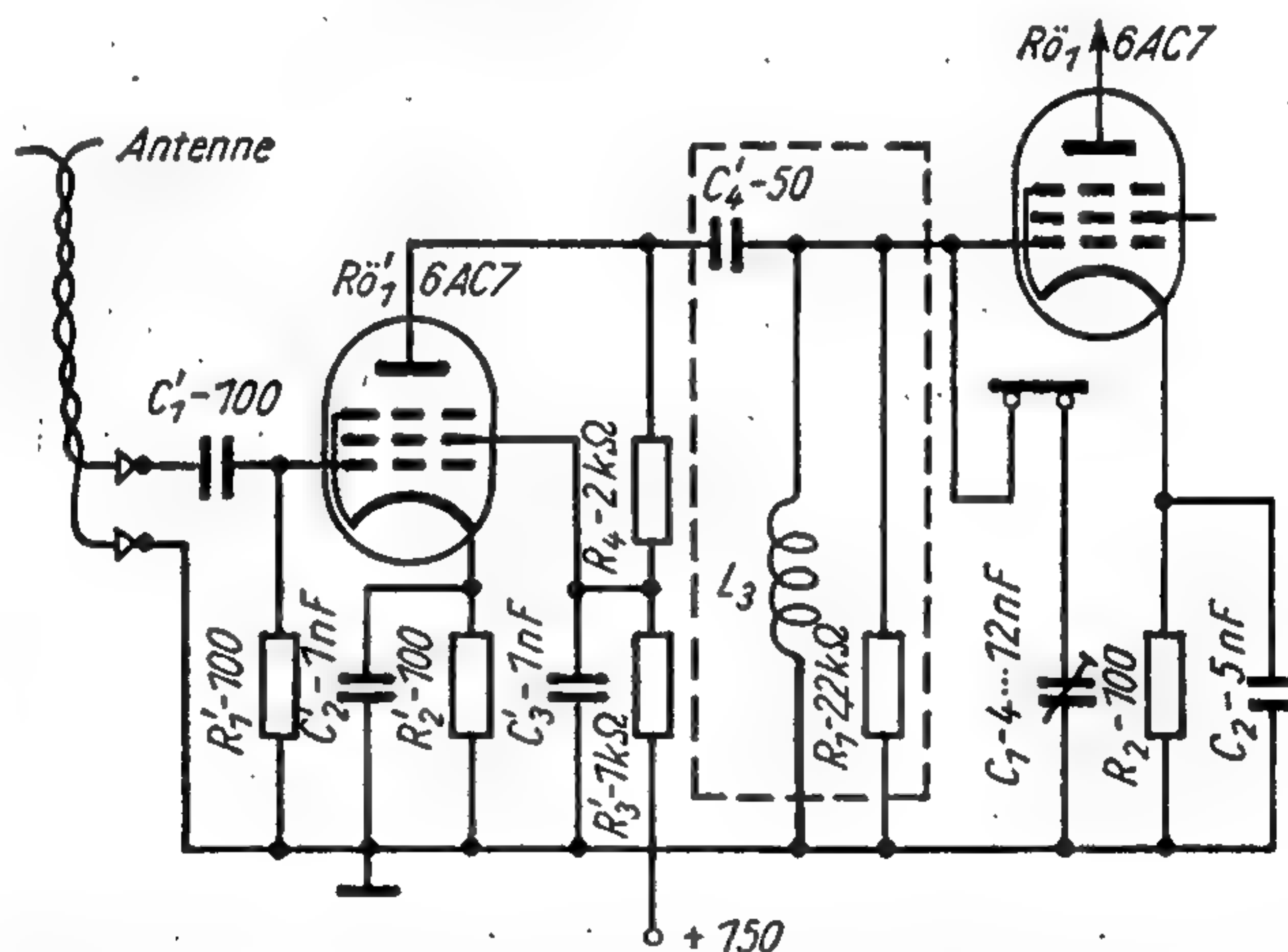


Bild 35. Zusätzlicher Hochfrequenzverstärker für die Erhöhung der Empfindlichkeit des Empfangsteiles des Fernsehgerätes

Der Empfängereingang ist aperiodisch: in den Gitterstromkreis der Hochfrequenzröhre wird der Widerstand R_1' geschaltet, der dem Wellenwiderstand der Antennen zuleitung gleich ist. Der Anodenschwingungskreis des Verstärkers besteht aus dem Schwingungskreis L_3 des Empfängerteiles des Fernsehgerätes. Bei starken Störungen auf Frequenzen, die der Zwischenfrequenz der Bildempfänger nahe liegen, schalte man zwischen die Röhren $Rö_1'$ und $Rö_1$ ein Bandfilter oder wende zwischen den Stufen eine induktive Kopplung an, damit die kapazitive Kopplung zwischen dem Anodenkreis der Röhre $Rö_1'$ und dem Gitterkreis der Röhre

R_{01} verringert wird. Das schwächt wesentlich Störungen ab, deren Frequenzen unter der Trägerfrequenz liegen. Die Schaltung des Bandfilters ist der Schaltung des Zwischenfrequenzfilters des Bildempfängers ähnlich. Bei Anwendung einer induktiven Kopplung zwischen den Hochfrequenzstufen muß der Schwingungskreis so gebaut sein, daß zwischen den Stufen eine maximale induktive und eine minimale kapazitive Kopplung bestehen.

Als Hochfrequenzverstärker in der Schaltung des Bildes 35 kann eine Röhre 6AC7 oder eine Miniaturröhre 6AG5 dienen. Verwendet man die Röhre 6AG5, kann man die zusätzliche HF-Stufe auf dem Empfängerchassis unterbringen. Ein abgestimmter Schwingungskreis im Gitterkreis der Zusatzröhre kann die Empfindlichkeit des Empfängers mindestens noch auf das Zweifache erhöhen und die Selektivität des Empfängers etwas verbessern. In diesem Falle muß beim Empfang von zwei Programmen auch der Eingangsschwingungskreis umgeschaltet werden. Das hat zur Folge, daß die Konstruktion des Umschalters für die Empfängerkanäle komplizierter wird.

Soll die Verstärkung des Empfängers verringert werden, so kann man einen aperiodischen Eingang an Stelle des Schwingungskreises L_1 anwenden oder in den Empfängerstufen Röhren mit kleinerer Steilheit, z. B. die Röhren 6SH7 und sogar 6SK7 oder 6SJ7, anwenden. Wenn Röhren durch andere ersetzt werden, muß man die Schwingungskreise der Empfängerteile nachstimmen.

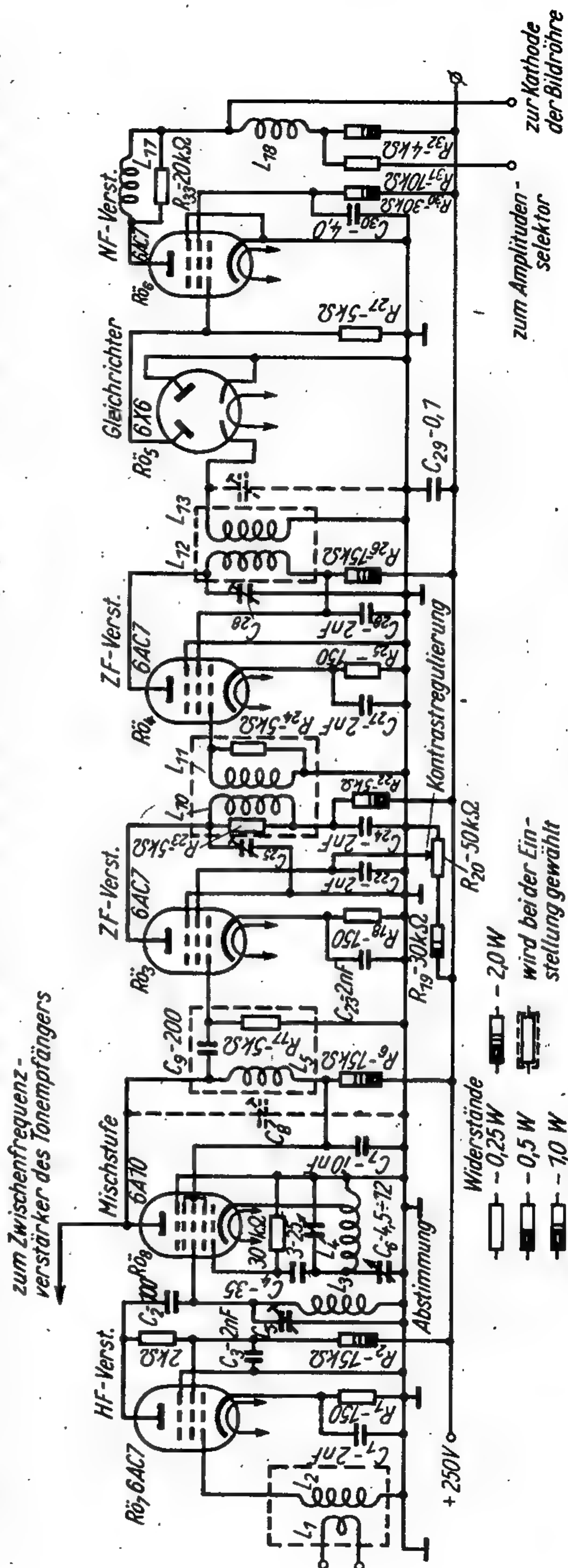


Bild 36. Schaltbild für den Bildempfängerteil des Fernsehgerätes LTK-5

Die Empfindlichkeit des Bildempfängers wird heraufgesetzt, wenn man im Zwischenfrequenzverstärker an Stelle von Bandfiltern einfache Schwingungskreise benutzt; jedoch die Selektivität des Empfängers verschlechtert sich dann. In den Empfängerteilen kann man als Mischstufe die Röhre 6SA7 (6A10) benutzen. Sie arbeitet dabei als Mischröhre und Oszillatorröhre nach der Schaltung des Fernsehgerätes LTK-5 (beschrieben im Buch „Der Amateur-Fernsehapparat“). Ein derartiges Schaltbild des Bildempfängers ist in Bild 36 gezeigt. Die Zwischenfrequenzen der Empfängerteile können dieselben Größen haben wie im Gerät LTK-9. Dann ändern sich die Werte der Schwingungskreise nicht.

Dieser Empfänger kann auf dem gleichen Chassis untergebracht werden wie der Empfänger des Gerätes LTK-9.

Die Röhre 6SA7 tritt an die Stelle der Mischröhre des Fernsehempfängers LTK-9. In der Schaltung des Bildes 36 fehlt die automatische Helligkeitsregulierung. Sie kann ebenso nach der oben beschriebenen Schaltung ausgeführt werden. Im Fernsehempfänger LTK-9 kann auch ein als Geradeausverstärker gebauter Bildempfänger verwandt werden.

Die Verwendung von Geradeausverstärkern für den Empfang von Bildzeichen ist heute durchaus möglich. Die Hauptschwierigkeit beim Inbetriebsetzen von Geradeausverstärkern besteht darin, die Selbsterregung in den HF-Verstärkerstufen zu beseitigen. Um die Selektivität des Empfängerteiles zu verbessern und die Verzerrungen zu vermindern, verstärkt man die Signale möglichst im Hochfrequenzteil. Man kann dann drei bis vier und sogar fünf HF-Verstärkerstufen anwenden. Allerdings ist es recht schwer, einen Verstärker mit den Röhren 6AC7 in Betrieb zu setzen, auch wenn er nur drei Hochfrequenzstufen hat. Ein derartiger Verstärker erregt sich sehr leicht selbst, und sein Bau kann nur erfahrenen Bastlern empfohlen werden.

Bei Empfängern, die Miniaturröhren (z. B. 6AG5) verwenden, ist die Möglichkeit der Selbsterregung verringert, aber auch die Empfindlichkeit des Empfängers ist kleiner geworden,

Den Bastler interessiert eine in der Herstellung und Abstimmung einfache Bildempfängerschaltung. Ein derartiger Empfänger muß Selbsterregung mit absoluter Sicherheit ausschließen. Diese Forderung kann von einem Bildempfänger erfüllt werden, der zwei HF-Verstärkerstufen mit abgeschirmten Schwingungskreisen hat. Derartige Schaltungen besitzen die Fernsehempfänger LTK-7 und LTK-8.

Ein Empfänger, der zwei HF-Verstärkerstufen mit den Röhren 6AC7 und nur eine Bildverstärkerstufe besitzt, hat eine Empfindlichkeit von ungefähr $8000 \mu\text{V}$, was den meisten Bastlern genügt. Die Empfindlichkeit kann durch eine zweite Bildverstärkerstufe erhöht werden. Das Schaltbild eines derartigen Empfängers ist in Bild 37 dargestellt. Die Empfindlichkeit des Bildempfängers erreicht bei einer Frequenzbandbreite von 4 MHz eine Höhe von $500 \mu\text{V}$. Der Empfänger hat Einzelschwingungskreise, und seine Selektivität ist daher ungenügend. Der Abfall der Bildsignalverstärkung ist bei 46 MHz gleich 10. Bandfilter im HF-Verstärkerteil könnten die Selektivität wesentlich verbessern, aber leider ist das Abstimmen eines derartigen Empfängers ohne Ultrakurzwellen-Meßsender sehr kompliziert.

Bei geringen Entfernungen vom Fernsehsender ist die Empfindlichkeit des Empfängers auch mit einer Bildverstärkerstufe genügend groß. Die Schaltung des Gleichrichters zur Erzeugung der Signalspannung, die den Elektronenstrahl der Kathodenstrahlröhre moduliert, wird dann verändert. Die Spannung für das Signal wird nicht der Gleichrichterkathode entnommen (siehe Bild 37), sondern seiner Anode. Da in diesem Falle die auf dem Anodenbelastungswiderstand abgeteilte Gleichstromkomponente negativ ist, sind im Bildverstärker der Widerstand R_{11} und der Kondensator C_{11} (Bild 37) nicht nötig. Die Schaltung des Gleichrichters und des Bildverstärkers ist der entsprechenden Schaltung im Fernsehgerät LTK-9 gleich.

Die Bildkontrastregelung wird im Empfänger des Bildes 37 dadurch vorgenommen, daß die Schirmgitterspannung der Röhre $Rö_5$, in der zweiten HF-Verstärkerstufe geändert wird.

Es ist gut, wenn dem Steuergitter dieser Röhre eine konstante Gittervorspannung zugeführt wird. Bei automatischer Gittervorspannung ändert sich gleichzeitig mit der Schirmgitterspannung auch die Steuergittervorspannung; die Änderung der Vorspannung ändert die Eingangskapazität der Röhre und verstimmt den Gitterschwingungskreis L_3 der Röhre $Rö_5$. Eine gesonderte Gittervorspannung beseitigt diesen Mangel fast völlig.

Die Gittervorspannung (etwa $-1 \dots -1,5 \text{ V}$) kann auf einem in die Minusleitung des Gleichrichters geschalteten Widerstand

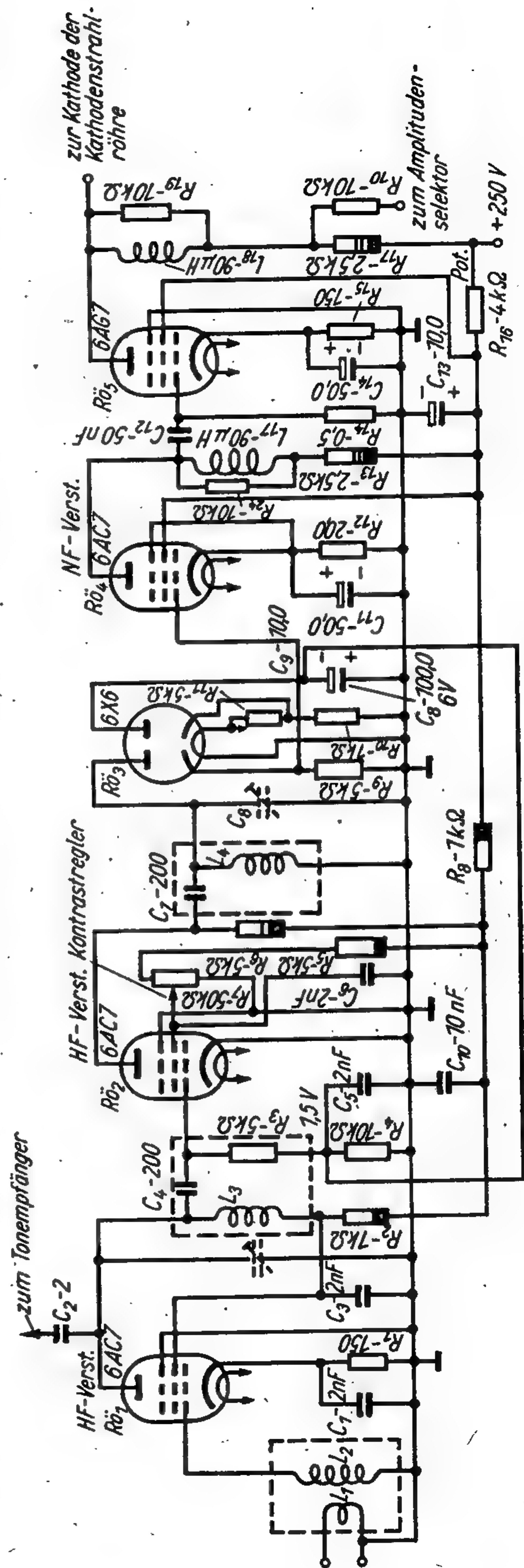


Bild 37. Bildempfänger mit Geradeausschaltung

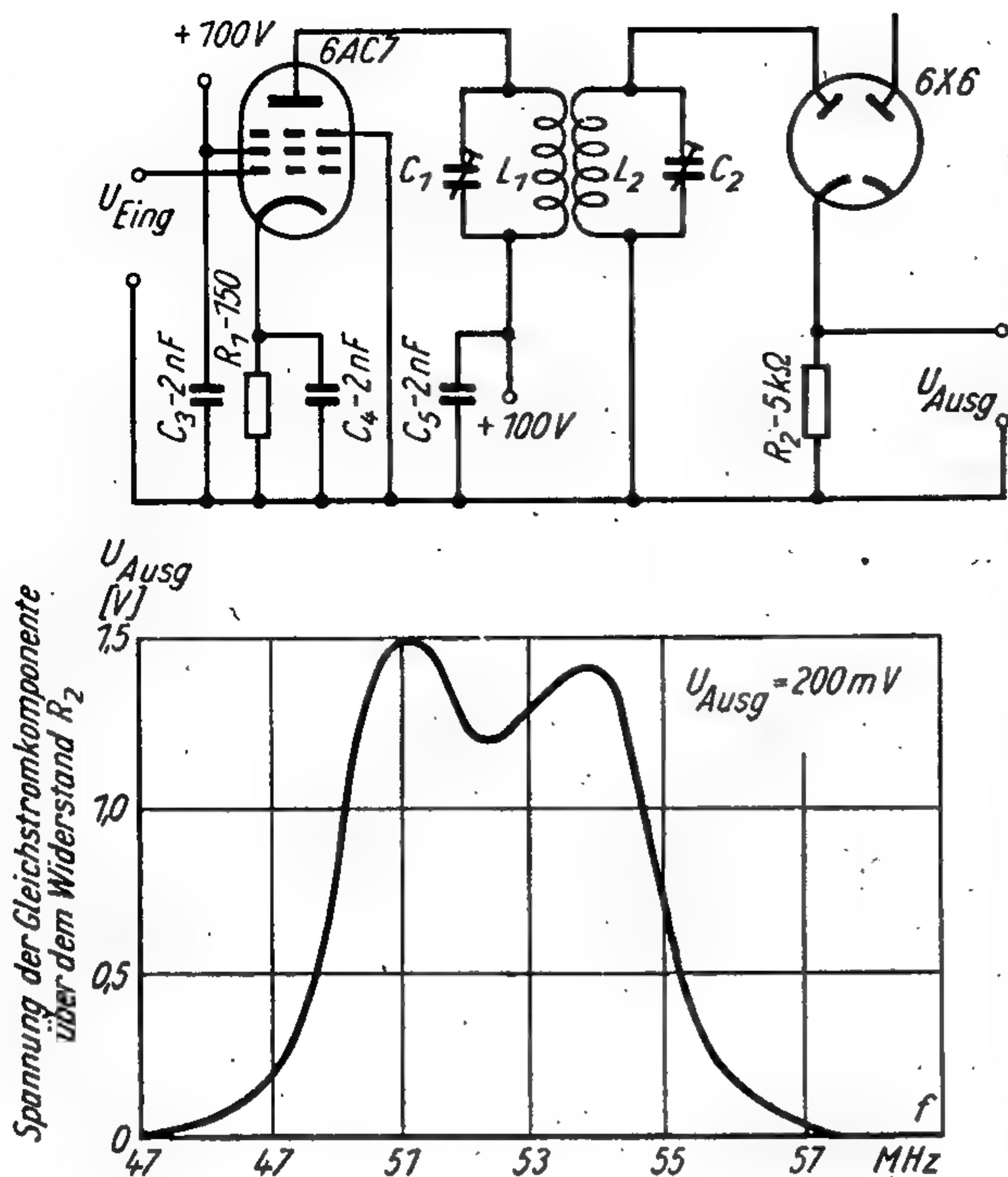


Bild 38. Schaltbild eines Bandfilters in einem Geradeausverstärker mit Frequenzkurve

oder, wie es in Bild 37 wiedergegeben ist, von einem besonderen Gleichrichter erzeugt werden. Dazu wird die rechte Diode der Röhre R_ö, (6X6) verwendet, die die Heizwechselspannung der Röhre gleichrichtet.

Bild 38 enthält das Schaltbild und den Frequenzgang eines HF-Verstärkers bei Anwendung eines Bandfilters in seiner letzten HF-Stufe (vor dem Gleichrichter). Wie man aus dem Frequenzgang ersieht, verbessert sich die Selektivität des Empfängers in diesem Falle wesentlich, und die Schwächung auf den Frequenzen 46 und 56,25 MHz ist groß. Allerdings vermindert sich die Verstärkung bei der Anwendung eines Bandfilters etwas (infolge der geringen Kopp-

lung zwischen den Schwingungskreisen). Eine Erhöhung der Kopplung hat aber zur Folge, daß sich das Frequenzband in unerwünschter Weise verbreitert und die Selektivität verschlechtert wird.

Der Tonempfang. Die Tonsendung erfolgt über Kurzwellen mit einem frequenzmodulierten Sender. Zum Tonempfang kann man einen besonderen Frequenzmodulationsempfänger benutzen oder teilweise die Röhren des Bildempfängers gebrauchen (Hochfrequenz-Verstärkerstufe, Mischstufe, Oszillatorstufe).

Ein Frequenzmodulations-Tonempfänger hat eine recht komplizierte Schaltung und ist schwer abzustimmen. Eine gute Musikwiedergabe erhält man, wenn man die klassische Schaltung für den Frequenzmodulationsempfänger mit Begrenzer und Frequenzgleichrichter anwendet. Ein derartiger Empfänger muß mindestens fünf bis sieben Röhren haben.

Benutzt man für den Bildempfang einen Geradeausempfänger, so führt man am besten den Tonempfänger als Superheterodyn aus. Bild 39 enthält die Schaltung eines Frequenzmodulations-Tonempfängers. In der Mischstufe arbeitet die Röhre 6A10, in der Zwischenfrequenzstufe die Röhre 6AC7 oder 6SH7. Ein Schaltbild für den Niederfrequenzverstärker wird von uns nicht gegeben. Der Schwingungskreis $L_1 C_1$ ist auf die Frequenz der Tonsignale abgestimmt und

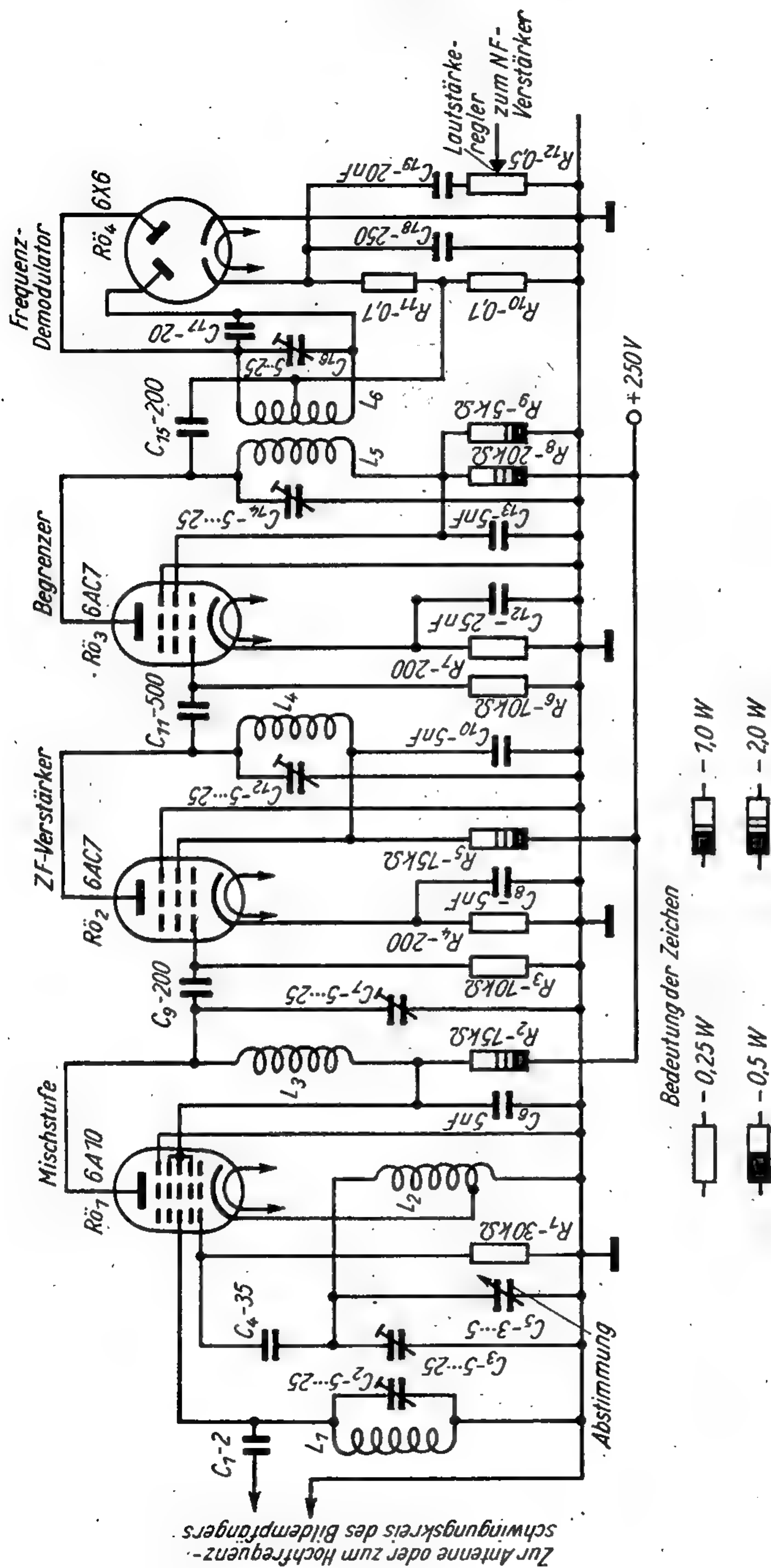


Bild 39. Schaltbild eines Tonempfängers

muß mit dem Hochfrequenzkreis des Bildempfängers gekoppelt sein. An diesen Schwingungskreis kann die Antenne angeschlossen sein; dann stellt der Empfänger ein selbständiges Gerät zum Empfang der Tonsignale dar.

Um die Schaltung und die Abstimmung des Frequenzmodulations-Tonempfängers zu vereinfachen, führt man ihn als Ultrakurzwellen-Empfänger mit gewöhnlichem Amplitudengleichrichter aus. Hierbei werden die Schwingungskreise des Empfängers etwas verstimmt, damit das ganze Band der Trägerfrequenz oder der Zwischenfrequenz der frequenzmodulierten Signale sich auf dem fallenden Ast der Frequenzkurve des Amplitudenmodulationsempfängers befindet. Dann erfolgt die Gleichrichtung der frequenzmodulierten Signale durch die Ungleichmäßigkeit ihrer Amplituden, die den modulierenden Signalen des frequenzmodulierten Senders entspricht. Es können die Hochfrequenz- oder die Zwischenfrequenz-Schwingungskreise verstimmt werden.

Manchmal wird zum Empfang der frequenzmodulierten Signale ein Pendelrückkoppler benutzt, der als Amplitudenmodulationsempfänger mit verstimmtem Schwingungskreis arbeitet. Der Pendelrückkoppler hat eine große Empfindlichkeit, und darum ist bei seiner Verwendung die Zahl der zum Tonempfang nötigen Röhren geringer. Die Nachteile eines Pendelrückkopplers sind starke Störgeräusche und Ausstrahlung. Beim Empfang verhältnismäßig starker Tonsignale hört man die Störgeräusche nicht, da sie bei Verstärkung des Signals zurücktreten. Um die Ausstrahlung zu beseitigen, versieht man den Pendelrückkoppler mit einer Hochfrequenz-Verstärkerstufe. Meist führt das aber nicht zum gewünschten Erfolg.

Die Ausstrahlungen des Pendelrückkopplers stören den Bildempfang auf dem eigenen Empfänger und den Bild- und Tonempfang auf den benachbarten Fernsehempfängern. Darum ist die Verwendung eines Pendelrückkoppler-Empfängers für den Empfang von Tonsignalen unerwünscht.

Zum Tonempfang kann noch eine andere, ihrem Prinzip nach ausgezeichnete Methode angewandt werden.

In dem als Geradeausempfänger gebauten Bildempfänger werden sowohl die Bildsignale als auch die Tonsignale verstärkt. Werden die Schwingungskreise entsprechend abgestimmt, so haben die Tonsignale am Ausgang eine acht- bis zehnmal geringere Amplitude als die Bildsignale. Die geringe Amplitude der frequenzmodulierten Signale wirkt nicht auf die Bildqualität. Nach der Bildsignal-Gleichrichterstufe entstehen zwischen den Bild- und Tonträgerwellen Schwebungen. Die Differenz zwischen ihnen (6,5 MHz) ergibt die Zwischenfrequenz für den Frequenzmodulations-Tonempfänger. Die Zwischenfrequenzsignale werden durch die Niederfrequenz-Verstärkerstufe des Bildempfängers verstärkt, auf der letzten Bildverstärkerstufe abgeteilt und dem eigentlichen Empfänger der frequenzmodulierten Tonsignale zugeleitet.

Die Tonsignale werden auf der Zwischenfrequenz von 6,5 MHz verstärkt und begrenzt oder nur begrenzt und zum Frequenzgleichrichter und Niederfrequenzverstärker geleitet.

Ein derartiger Tonempfang wird im Industrieempfänger KBH-49 angewandt. Die Güte des Tonempfangs ist bei Anwendung einer solchen Schaltung wesentlich schlechter, als wenn ein besonderer Frequenzmodulationsempfänger benutzt wird. Außerdem kann ein nach dieser Schaltung gebauter Empfänger keine

Tonsignale empfangen, wenn die Trägerfrequenz der Bildsignale fehlt. Die beschriebene Schaltung kann in einfachen Fernsehgeräten mit geringer Röhrenzahl benutzt werden, bei denen an den Ton- und Bildempfang keine hohen Ansprüche gestellt werden.

Schaltungen für die Bildablenkung

Schaltung des Stromgenerators. Bei den meisten Amateur-Fernsehgeräten sind die Kippgeneratoren für die Vertikalablenkung sogenannte Stromgeneratoren, oder anders ausgedrückt, Selbsterregungsgeneratoren. In einem derartigen Generator befindet sich nur eine einzige Röhre, die die Sägezahnspannung und die Anodenspannung der Kathodenstrahlröhre erzeugt.

Andere Kippgeneratorschaltungen erfordern mehr Röhren und Einzelteile, und die Inbetriebsetzung solcher Kippgeräte ist schwieriger. Kippgeneratoren, die als Blocking-Oszillatoren mit nachfolgender Verstärkung oder als Stromgeneratoren mit Fremderregung gebaut sind, brauchen mindestens drei Röhren und zwei Transformatoren.

Der Hauptnachteil des Stromgenerators besteht darin, daß seine elektrischen Größen, z. B. die Form des sägezahnförmigen Stromes (die Linearität), schwer zu ändern sind.

Aber dieser Nachteil ist für die Funkamateure meistens auch ein Vorteil, weil die Einregulierung des Generators unmittelbar nach dem Raster und dem Bild dadurch erfolgt, daß die Windungszahlen der Anoden- und der Ausgangswicklungen des Transformators

entsprechend gewählt werden. Wenn der Raster nicht die erwünschte Größe und Linearität aufweist, so muß man die Wicklungsdaten des Transformators ändern. Ein Schaltbild für einen Horizontalkippgenerator, das im Fernsehgerät LTK-9 angewandt werden kann, ist in Bild 40 wiedergegeben (Röhre RÖ₁₇).

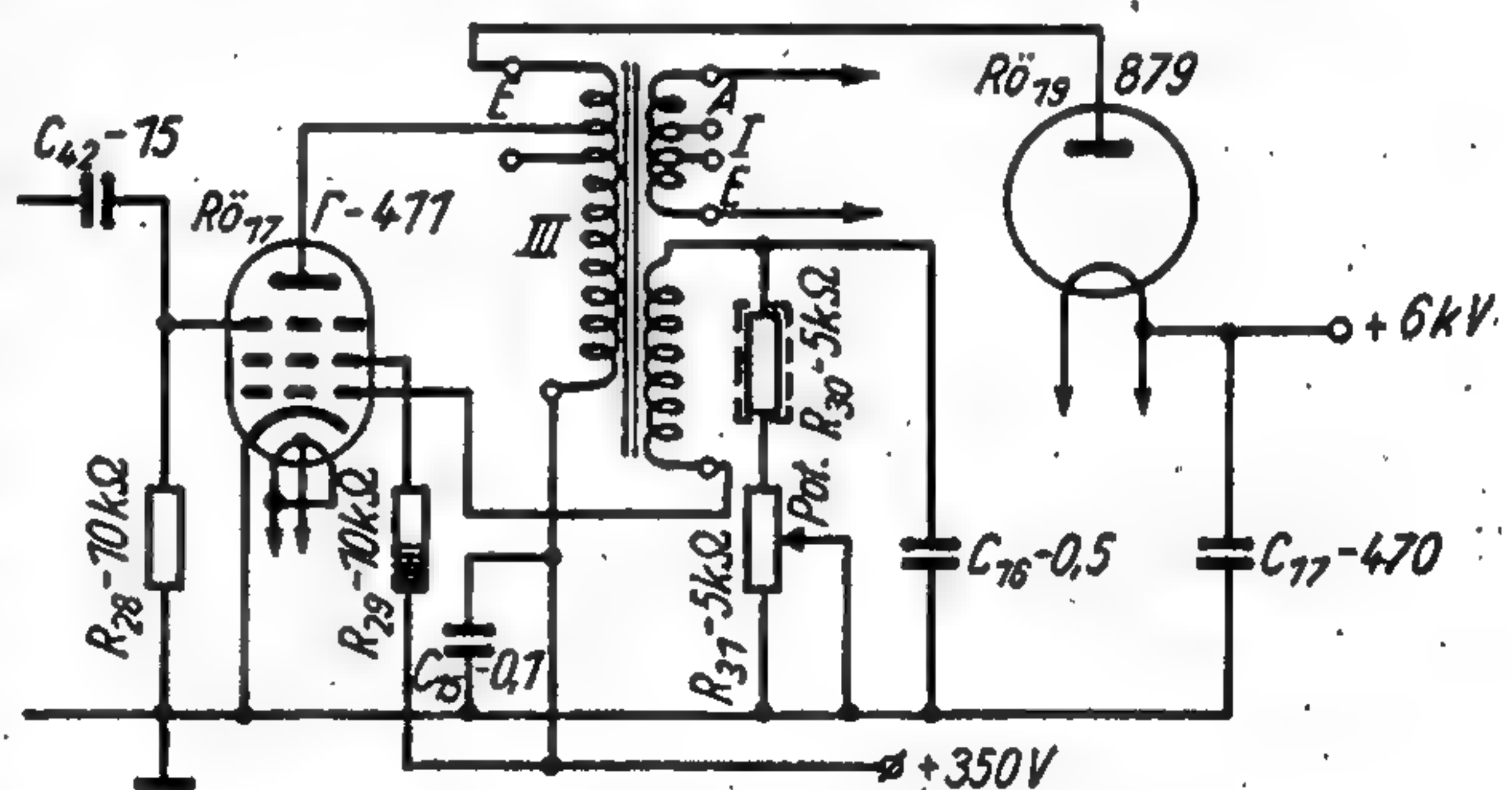


Bild 40. Schaltbild eines Stromgenerators für die Horizontalablenkung

Bei Verwendung einer derartigen Schaltung sind die

Röhren RÖ₁₆ und RÖ₁₈ (Tafel II) nicht nötig. Im Stromgenerator kann mit gutem Erfolg der weiter oben beschriebene, auf zwei Spulenkörpern gewickelte Transformator Tr₁ des Fernsehgerätes LTK-9 angewandt werden. Bei Verwendung dieses Transformators ändern sich die Leistung des Stromgenerators und die Linearität der Ablenkung im Vergleich zu einem Generator mit unabhängiger Erregung fast gar nicht. Für den Stromgenerator muß man Röhren verwenden, die eine Zuführung zum Bremsgitter haben; zu diesem werden die Synchronisierimpulse geleitet. Der Generator läßt sich hierbei besser synchronisieren. Für diese Generatorschaltung sind die Röhren II-50 und Γ-807 gut geeignet. Die Synchronisierimpulse werden dann an das Schirmgitter der Röhre Γ-807 geführt.

Die Bildsynchronisierung ist immerhin weniger stabil, wenn ein Stromgenerator anstelle eines Blocking-Oszillators verwendet wird, da die Stromgeneratorfrequenz stark von der Spannung der Speisestromquellen abhängt. Starke Helligkeitsschwankungen können bei Verwendung eines Stromgenerators die Synchronisation stören.

Der Ausgangstransformator für die Horizontalablenkung, Typ TH-3. Ausgangstransformatoren für die Horizontalablenkung mit zwei und drei Spulenkörpern haben einen gemeinsamen Nachteil. Er besteht darin, daß mit ihnen ohne Vervielfacherschaltung die für die Kathodenstrahlröhre nötige hohe Anodenspannung (mehr als $7 \dots 8$ kV) nicht erzeugt werden kann. Der Transformator TH-3 hat diesen Nachteil nicht. Verwendet man gewöhnliches Transformatorblech von 0,3 mm Dicke, so kann man mit ihm die für die Röhre 23 JK-1B nötigen Rasterausmaße und ungefähr $7 \dots 8$ kV Anodenspannung bei einer Speisespannung von 350 V erzeugen.

Der Transformator TH-3 ist für einen Generator mit unabhängiger Erregung vorgesehen. Er kann in der Schaltung des Fernsehgerätes LTK-9 ohne Schaltungsveränderung an Stelle des Transformators mit zwei Spulenkörpern benutzt werden. In einem Stromgenerator arbeitet dieser Transformator schlechter als der Transformator mit zwei Spulenkörpern.

Beim Transformator TH-3 werden Transformatorbleche mit großem Fenster verwandt, weil man sonst nicht alle Wicklungen unterbringen kann. Die Fensterhöhe soll nicht kleiner als 15 mm und die Fensterlänge nicht kleiner als 50 mm sein. Bild 41 zeigt die Konstruktion des Transformators TH-3, dessen Kern aus einer 30 mm dicken Lage von Transformatorblechen des Typs III-25 besteht. Der Spulenkörper des Transformators wird aus durchsichtigem Kunstharz hergestellt. Die Wicklung des Transformators ist in Abteilungen unterteilt. Zum Wickeln der Einzelspulen werden kammartige Platten 1 hergestellt, die an die Hülse 3 und an die Seitenplatten 2 angeklebt werden. Die Wicklungen werden in zwölf Kammern untergebracht. In die 2. und 4. Kammer wird die Ausgangswicklung gewickelt, in die 1., 3. und 5. die Dämpferwicklung, in die 6., 7., 8., 10. und 11. die Anodenwicklung und in die 12. die Heizwicklung der Hochspannungs-Gleichrichterröhre (die Reihenfolge der Numerierung erfolgt in Bild 41 von rechts nach links).

Die Wicklungen haben folgende Daten:

I Ausgangswicklung (zwei Abteilungen) $2 \times 35 = 70$ Windungen, die mit dem Draht CuLS 0,41 mit einer Anzapfung an der 60. Windung gewickelt ist.

II Dämpferwicklung (drei Abteilungen) mit 400 Windungen, die mit dem Draht CuLS 0,10 mit 164, 136 und 100 Windungen in der 5., 3. und 1. Kammer gewickelt sind.

III Anodenwicklung (sechs Abteilungen). In den ersten drei Kammern werden 450 ($170 + 150 + 130$) Windungen des Drahtes CuLS 0,17 gewickelt, in den letzten drei Kammern 350 ($130 + 120 + 100$) Windungen des Drahtes CuLS 0,12. Die Anodenwicklung hat Zuleitungen zu den Enden der 8., 10. und 11. Abteilung.

Die Anoden- und Dämpferwicklungen werden nach entgegengesetzten Seiten gewickelt, damit an eine der Zuleitungen und an das Ende der Anodenwicklung

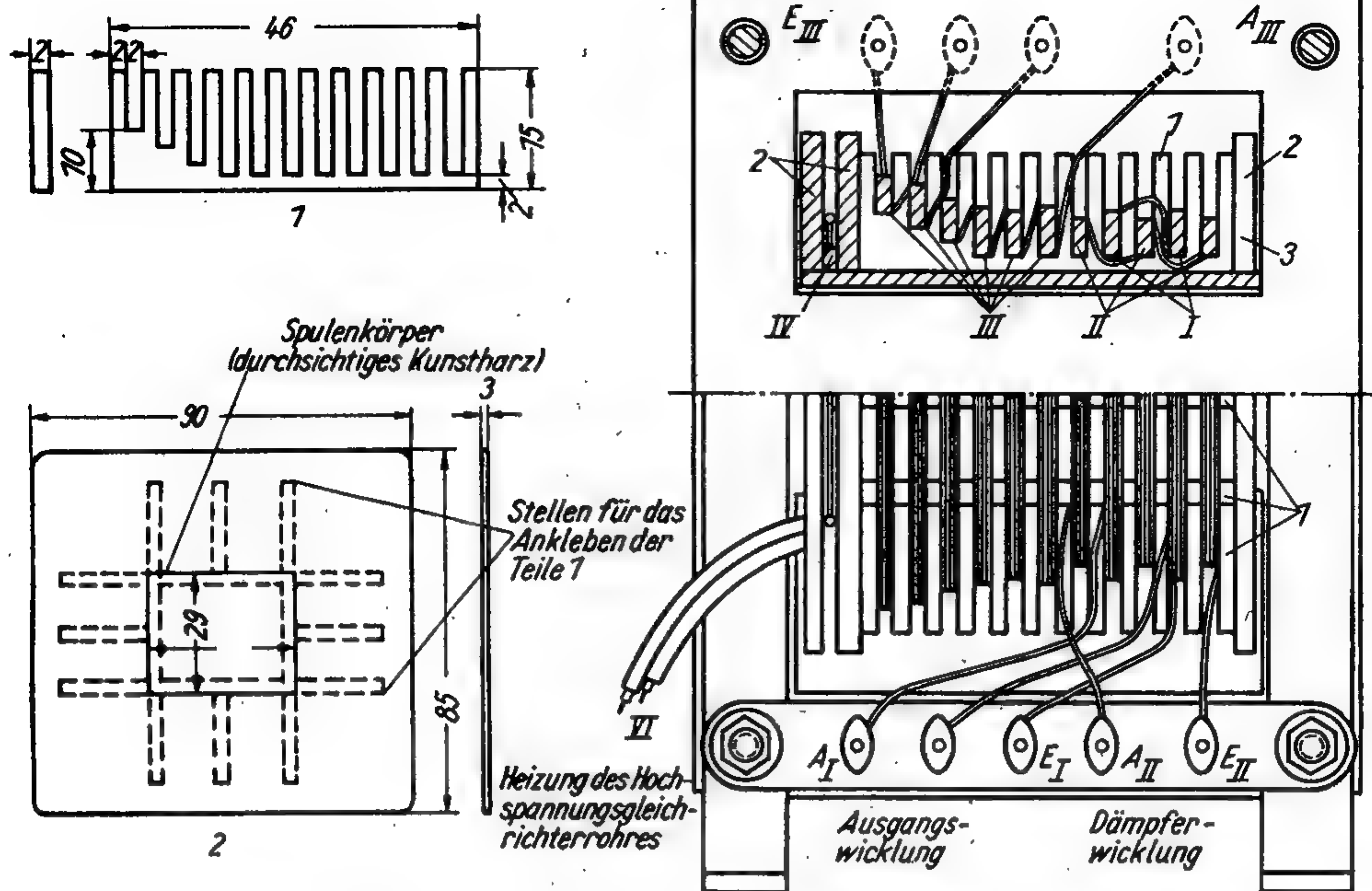


Bild 41. Die Konstruktion des Transformators TH-3

die Anode der Generatorröhre und die Anode der Hochspannungs-Gleichrichter-
röhre, an das Ende der Dämpferwicklung die Anoden der Dämpferöhre ange-
schlossen werden können.

Auf den Spulenkörper wird zunächst die Dämpferwicklung gewickelt und danach
die Ausgangswicklung. Beim Wickeln muß man auf die Isolation der Verbin-
dungen der Dämpfer- und
der Ausgangswicklung be-
sonders achten. Auf die Ver-
bindung wird ein dünnes
Chlorvinylröhrchen gescho-
ben. Außerdem muß man
zwischen Wicklung und
Chlorvinylröhrchen eine zu-
sätzliche Isolation legen.
Chlorvinylisolation müssen
ferner alle Ausgangsleitun-
gen besitzen.

Schaltung und Konstruk-
tion des Generators für die
Horizontalablenkung sind
dieselben wie im Fernseh-
gerät LTK-9. Es kann aber
nötig werden, die Wider-

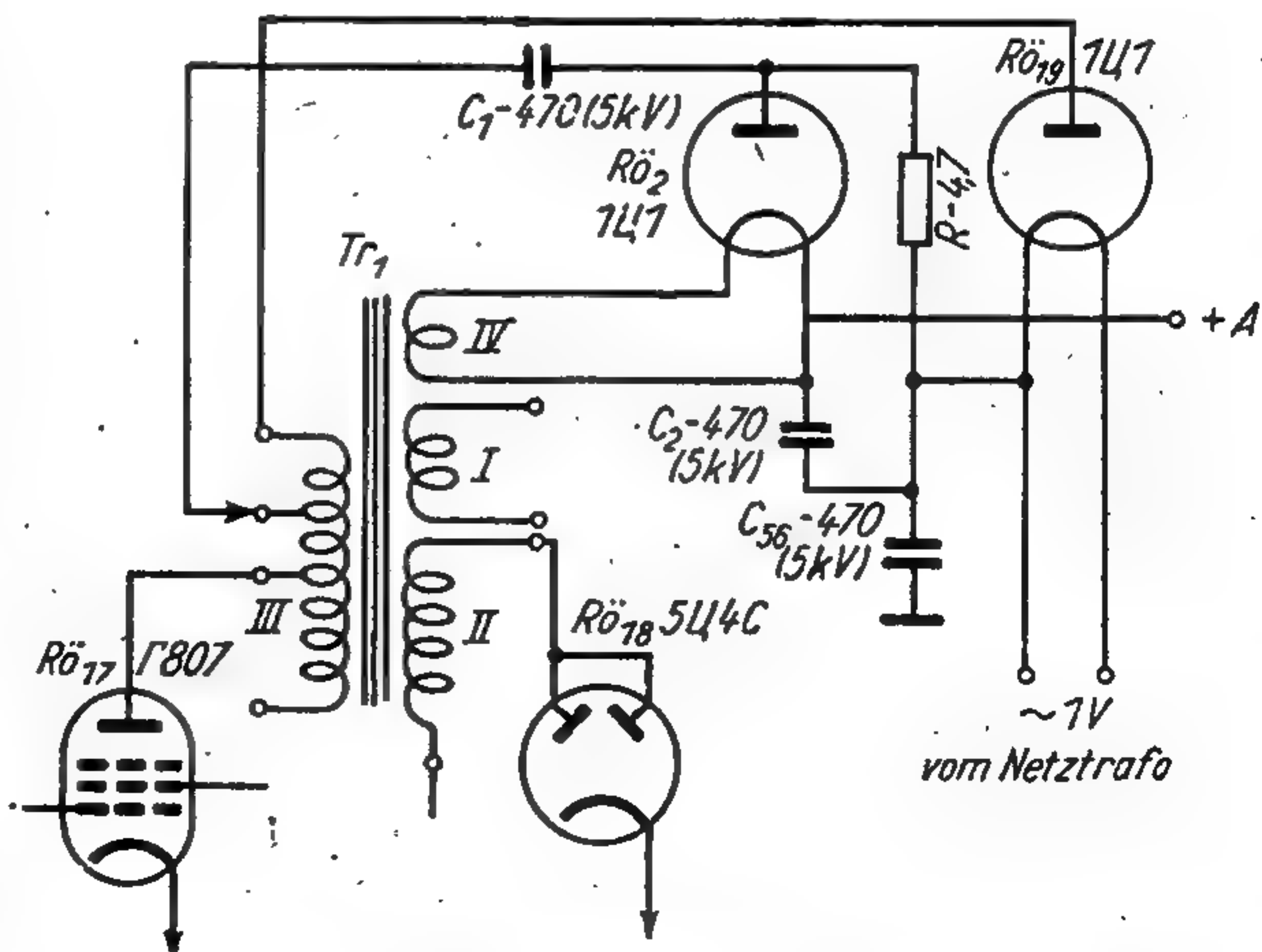


Bild 42. Spannungsverdopplung für die Speisung der
Kathodenstrahlröhre

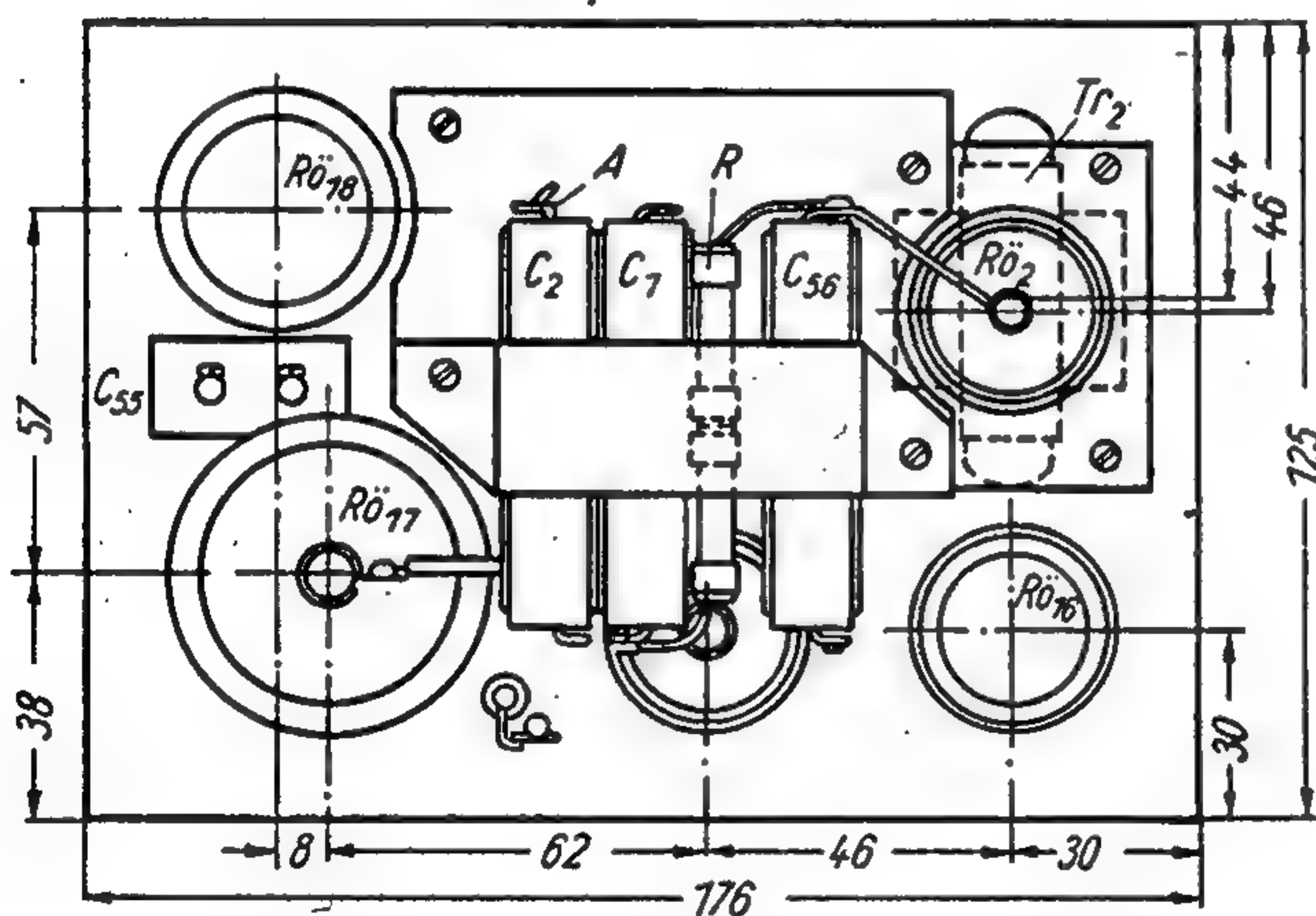
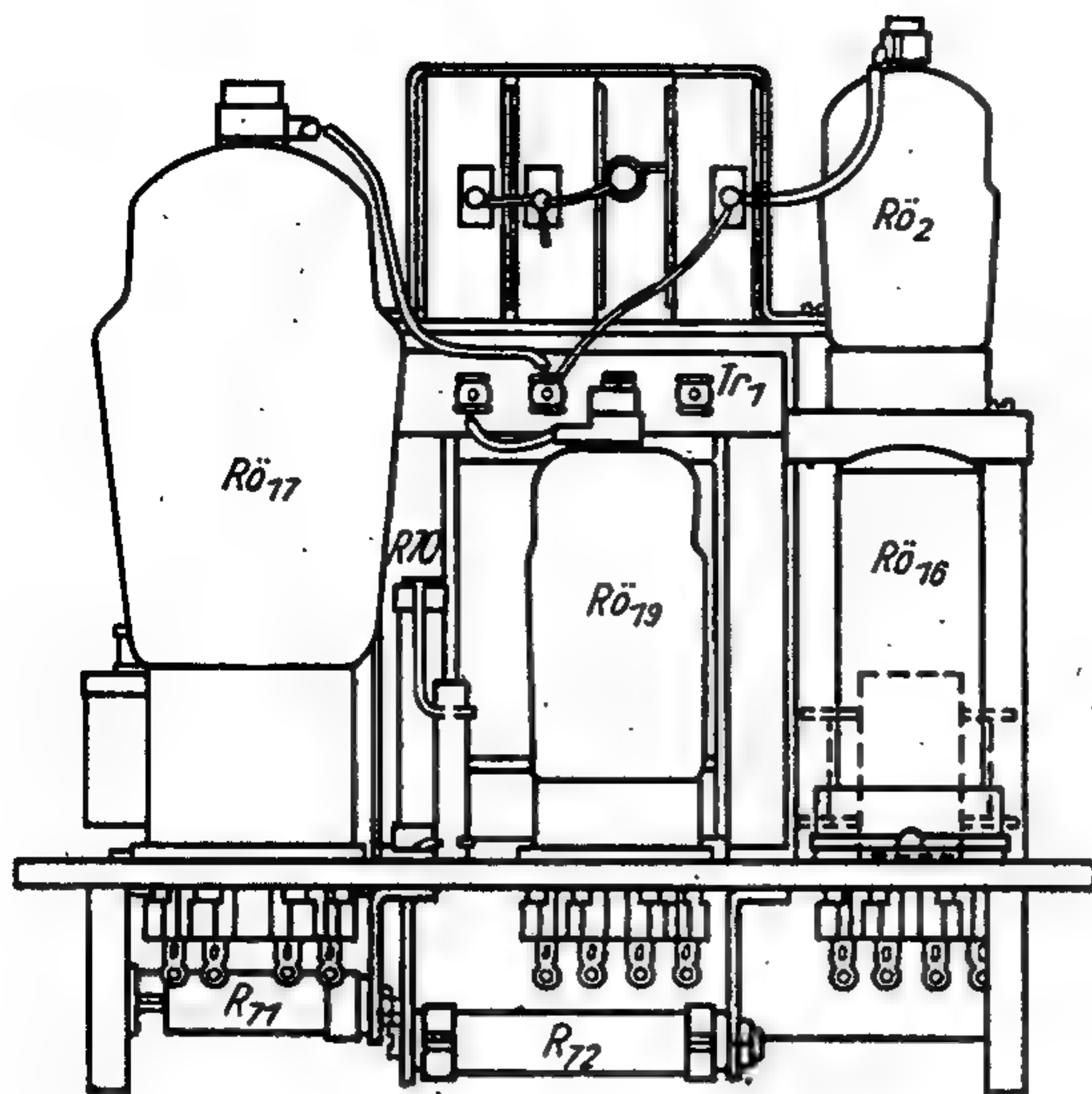


Bild 43. Konstruktion des Teiles für die Horizontalablenkung und des Gleichrichters mit Spannungsverdopplung

stände R_{67} und R_{68} und auch den im Dämpferstromkreis liegenden Widerstand R_{72} zu verringern.

Schaltung und Konstruktion des Spannungsverdoppler-teiles. Bei ungenügender Anodenspannung der Kathodenstrahlröhre und zu großer horizontaler Rasterlänge kann man den Gleichrichter mit Spannungsverdopplung versehen, um die Spannung an der Anode der Kathodenstrahlröhre zu erhöhen und das Ausmaß des Rasters zu verringern. Eine Spannungsverdopplerschaltung ist in Bild 42 gegeben.

Für die Heizung der Hochspannungsgleichrichterröhren kann man zwei gesonderte, gegeneinander gut isolierte Wicklungen verwenden, die auf dem Ausgangstransformator für die Horizontalablenkung untergebracht sind. Man kann aber auch für eine Gleichrichterröhre den Netztransformator und für die andere Gleich-

richterröhre den Transformator für die Horizontalablenkung verwenden. Die auf dem Netztransformator untergebrachte Wicklung wird für die Heizung der Gleichrichterröhre $RÖ_{18}$, die ein geringeres Potential besitzt, verwendet.

Die Anodenspannung wird genauso wie bei einem gewöhnlichen Hochspannungsgleichrichter ohne Spannungsverdopplung durch Wahl einer entsprechenden Windungszahl der Anodenwicklung erzeugt. Darum ist es am vorteilhaftesten, die Windungszahl der Anodenwicklung der zweiten Gleichrichterröhre $RÖ_{16}$, die als Verdoppler arbeitet, anzupassen. Dann wird der Transformator weniger belastet, und die Anodenspannung hängt weniger von Veränderungen der Bildhelligkeit ab.

Schaltungsschema für die Vertikalablenkung mit Kathodenverstärkerstufe. Eine gute Linearität der Vertikalablenkung zu erhalten, ist sehr schwer, manchmal sogar wesentlich schwieriger als die Erzeugung einer guten Horizontallinearität.

Röhre $Rö_1$ wird als gewöhnlicher Blocking-Oszillator verwandt. Die Röhre $Rö_2$ ist die Kathodenverstärkerstufe. Die Ablenkspulen sind in den Kathodenkreis der Kathodenstrahlröhre parallel zum Widerstand R_2 der Kathodenbelastung geschaltet. Der Kondensator C_2 von genügend großer Kapazität, der zwischen die Kathode der Röhre $Rö_2$ und den aus den Widerständen R_2 und R_4 bestehenden Spannungsteiler geschaltet ist,

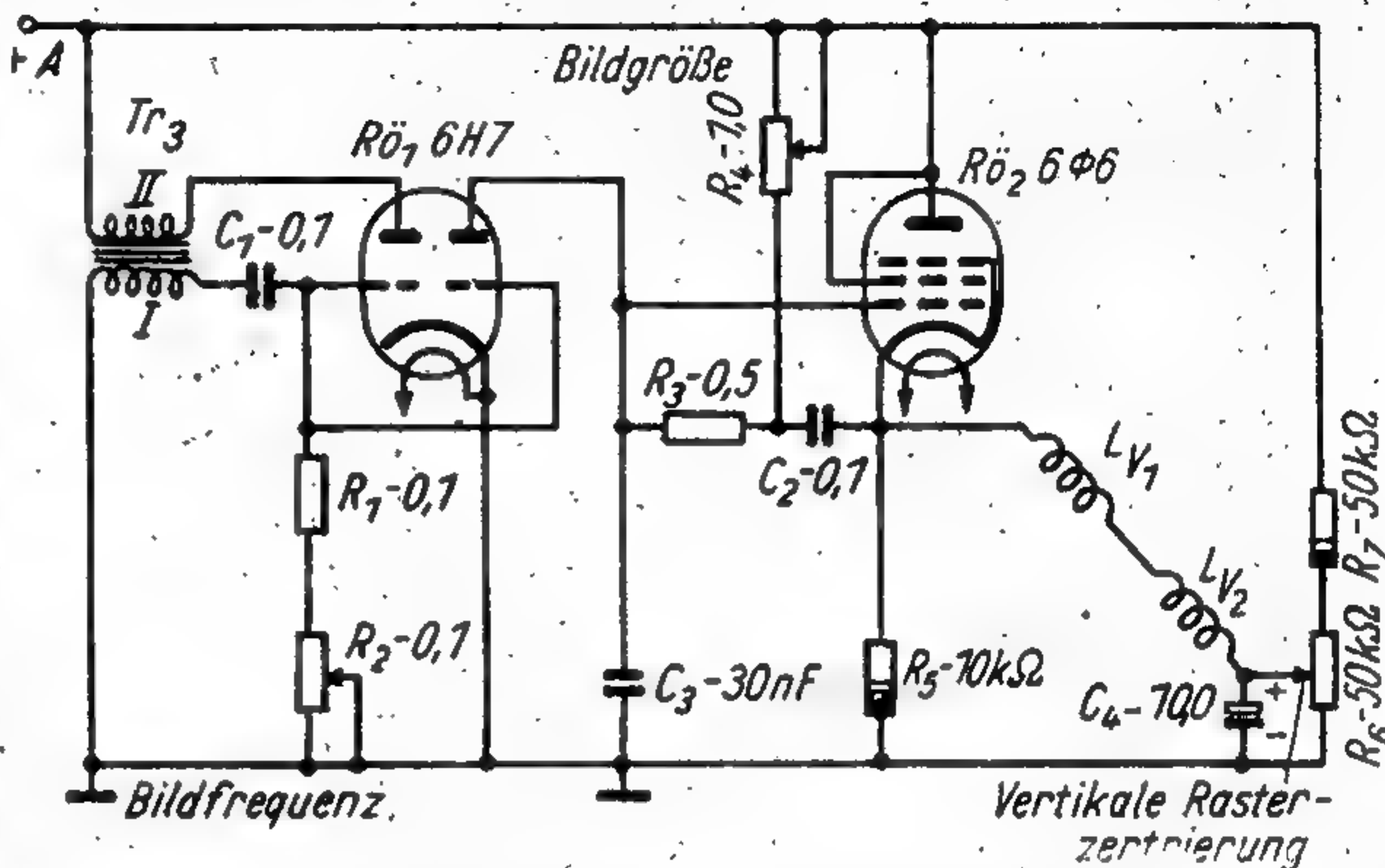


Bild 44. Schaltbild für die Vertikalablenkung mit Kathodenverstärkerstufe

hält die Spannung auf dem Widerstand R , nahezu konstant. Das hat eine hohe Linearität der Spannungsänderung auf dem Kondensator C , zur Folge. Aus diesem Grunde hat die Sägezahnspannung im Kathodenkreis der Röhre $Rö$, eine sehr gute Form. Es ist nicht nötig, die Linearität nachzuregeln. Die Amplitude der Sägezahnspannung im Kathodenkreis erreicht ein Drittel der angelegten Anodenspannung.

Der Strom in den Ablenkspulen bleibt etwas hinter der Spannung zurück, und zwar um eine Größe, die der Zeitkonstante gleich ist:

$$\tau = \frac{L}{R}$$

Dabei bedeuten: L die Induktivität der Spulen für die Vertikalablenkung und R den Stromkreiswiderstand, d. h. die Summe des Widerstandes R_s und des Widerstandes der Ablenkspulen.

Es ist nicht möglich, eine kleine Zeitkonstante τ zu erhalten. Die Erhöhung der Induktivität hat die Erhöhung des Stromkreiswiderstandes zur Folge und umgekehrt. Aus diesem Grunde ist die Rücklaufzeit der Vertikalablenkung nicht kleiner als 8...10%. Das ist ein Nachteil dieser Schaltung und begrenzt ihre Anwendung, da ein Teil der Rücklaufbewegung im oberen Teil des Rasters zu sehen ist. Aus diesem Grunde gehen 3...5% des vertikalen Bildausmaßes verloren.

Antennen zum Fernsehempfang

Als Antenne für den Fernsehempfang kann ein Halbwellendipol verwandt werden, der aus einem dicken Aluminium- oder Kupferrohr mit einem Durchmesser von 15...30 mm besteht (Bild 45). Zum Empfang auf dem ersten Kanal muß die Länge jeder Antennenhälfte 140 cm betragen. Der Dipol wird horizontal aufgestellt, und seine Achse liegt senkrecht zur Richtung des Fernsehsenders. Als Ableitung kann ein konzentrisches Kabel des Typs PK-1 oder PK-49 dienen, auch eine abgeschirmte doppelte Ableitung ПД-13 oder eine gewöhnliche doppelte zusammengedrehte Leitung. Bei einem Drahtdurchmesser von 1,5 mm und einer Isolationsdicke von 0,3 mm liegt der Wellenwiderstand der Doppelleitung nahe

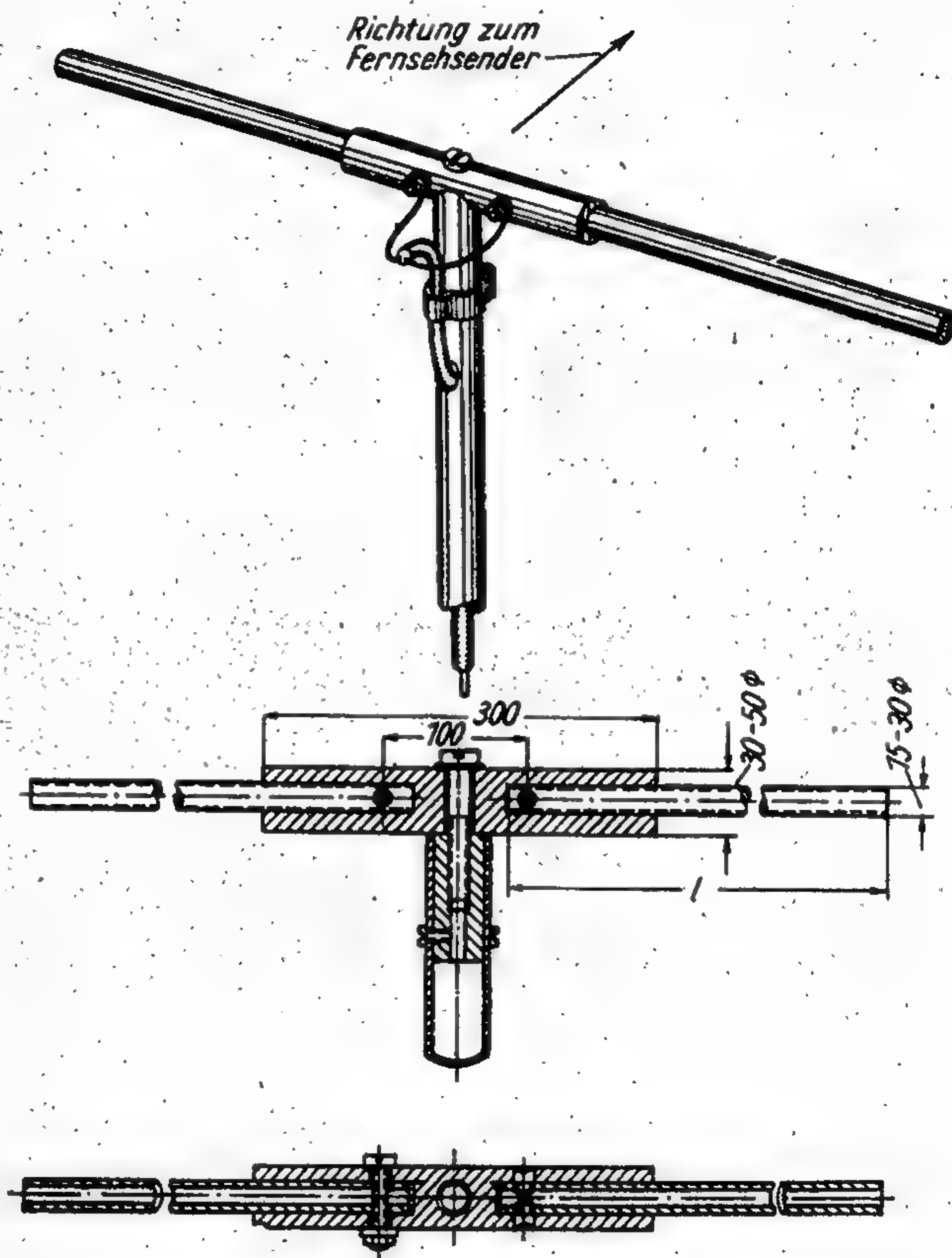


Bild 45. Konstruktion eines einfachen Halbwellendipols

am verlangten Wert (73Ω). Die Außenantenne muß man nach Möglichkeit so aufstellen, daß von ihr aus die Antenne des Fernsehsenders zu sehen ist. Ist die Entfernung gering und fehlen störende Gebäude in der Richtung des Fernsehsenders, so ergibt auch eine Zimmerantenne einen guten Empfang; sie muß von außen an der Wand befestigt sein, die zum Fernsehsender gerichtet ist.

Die Länge der Ableitung muß möglichst gering sein. Manchmal bildet sich eine stehende Welle aus, wenn die Zuleitung nicht an die Antenne oder den Empfänger eingang angepaßt ist. Darum ist es gut, wenn die Länge der Antennen-zuleitung nach der Bildqualität und Lautstärke gewählt wird. Ferner ist es günstig, wenn die Zuleitungslänge ein Vielfaches von $\lambda/2$ ist. Als Fernsehantenne kann auch eine Leitung von etwa $1\frac{1}{2}$ m Länge dienen, die an den Antennen-eingang des nichtgeerdeten Empfängers geschaltet und nach dem Fernsehsender zu gerichtet ist. Die Lage der Antenne wird nach der Güte des empfangenen Bildes eingestellt. Im äußersten Falle kann man als Fernsehantenne auch eine gewöhnliche Außen- oder Zimmerantenne benutzen.

Die Länge der Antennenstäbe muß für die anderen Kanäle einem Viertel der mittleren Wellenlänge gleich sein. Für den II. Kanal von 58...66 MHz ist die mittlere Wellenlänge gleich 4,85 m und die Länge jeder Antennenhälfte 120 cm. Für den III. Kanal von 76...84 MHz ist die mittlere Wellenlänge gleich 3,75 m und die Länge jeder Antennenhälfte gleich 94 cm. Bild 46 zeigt die Konstruktion einer Flächenantenne. Sie besteht aus Kupferleitern, die auf Isolatoren befestigt sind. Damit eine solche Antenne eine Flächenwirkung erhält, werden für jeden Dipol zwei oder drei Leiter benutzt, die in einer vertikalen Ebene liegen und gegeneinander einen geringen Winkel bilden. Als Stütze dient ein Holzkreuz. Die Länge der Antennendrähte richtet sich nach der Senderfrequenz.

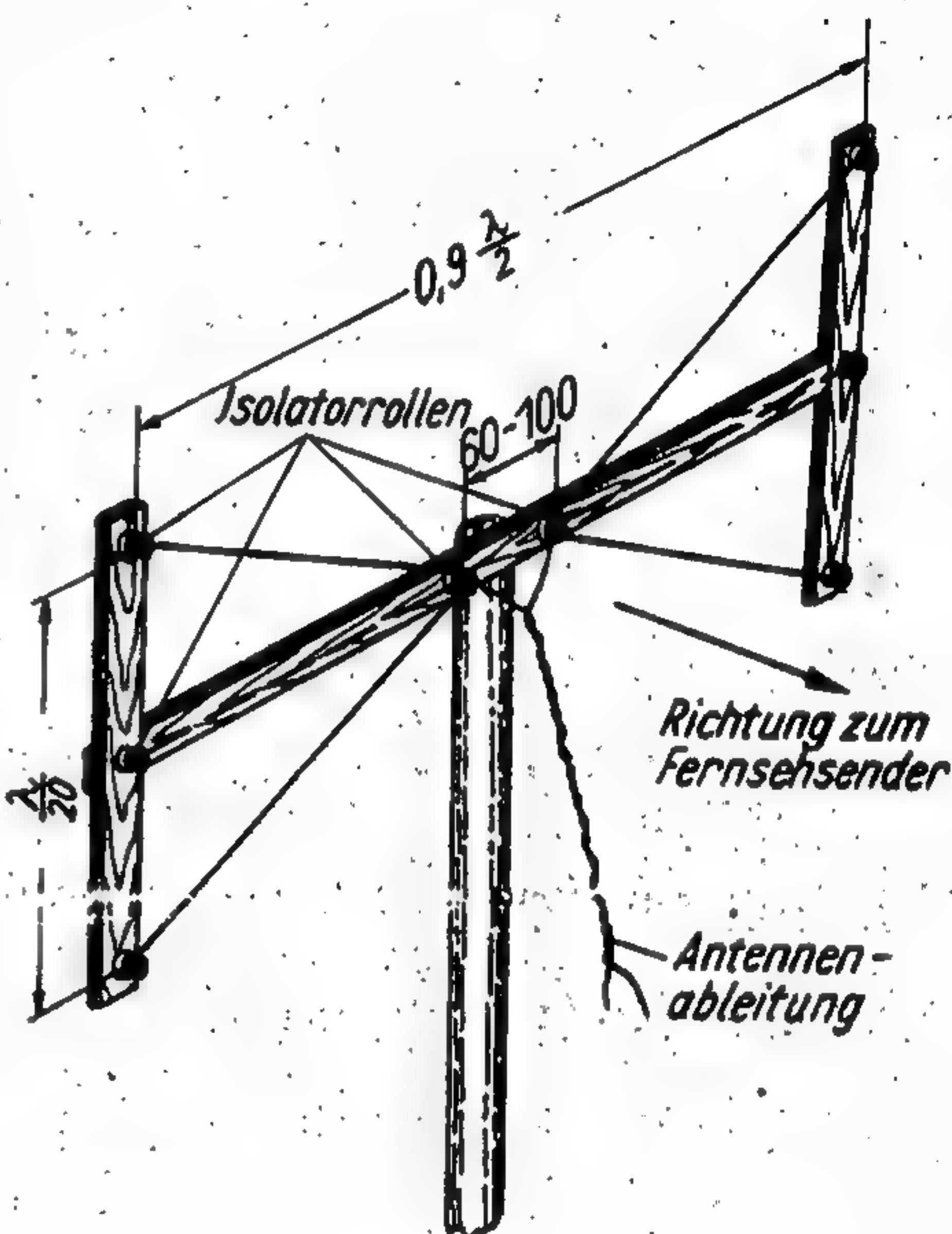


Bild 46. Flächenantenne für den Fernsehempfang

Bei einem Empfang von mehreren Programmen kann man eine einzige Antenne für den Empfang eines beliebigen Programms verwenden. In diesem Fall muß die Länge der Antennenarme ebenfalls gleich einem Viertel der mittleren Länge der Welle aller Kanäle, auf denen gesendet wird, sein.

Um die Bandbreite der Frequenzen, die von der Antenne aufgenommen werden, zu vergrößern, muß man den Durchmesser der als Antenne verwandten Rohre oder den Winkel zwischen den Drähten der in Bild 46 dargestellten Antenne vergrößern.

Bei großem Abstand vom Fernsehsender, schlechten Empfangsverhältnissen, wenn keine direkte Sicht vorhanden ist und reflektierte Signale oder Störsignale in großer Zahl eintreffen, verwendet man Richtantennen.

Bei diesen Antennen benutzt man zur Vergrößerung der Richtwirkung Reflektoren oder Direktoren. Die Reflektoren liegen hinter dem Dipol, die Direktoren vor dem Dipol.

Jeder Direktor oder Reflektor vergrößert nicht nur die Richtwirkung, sondern

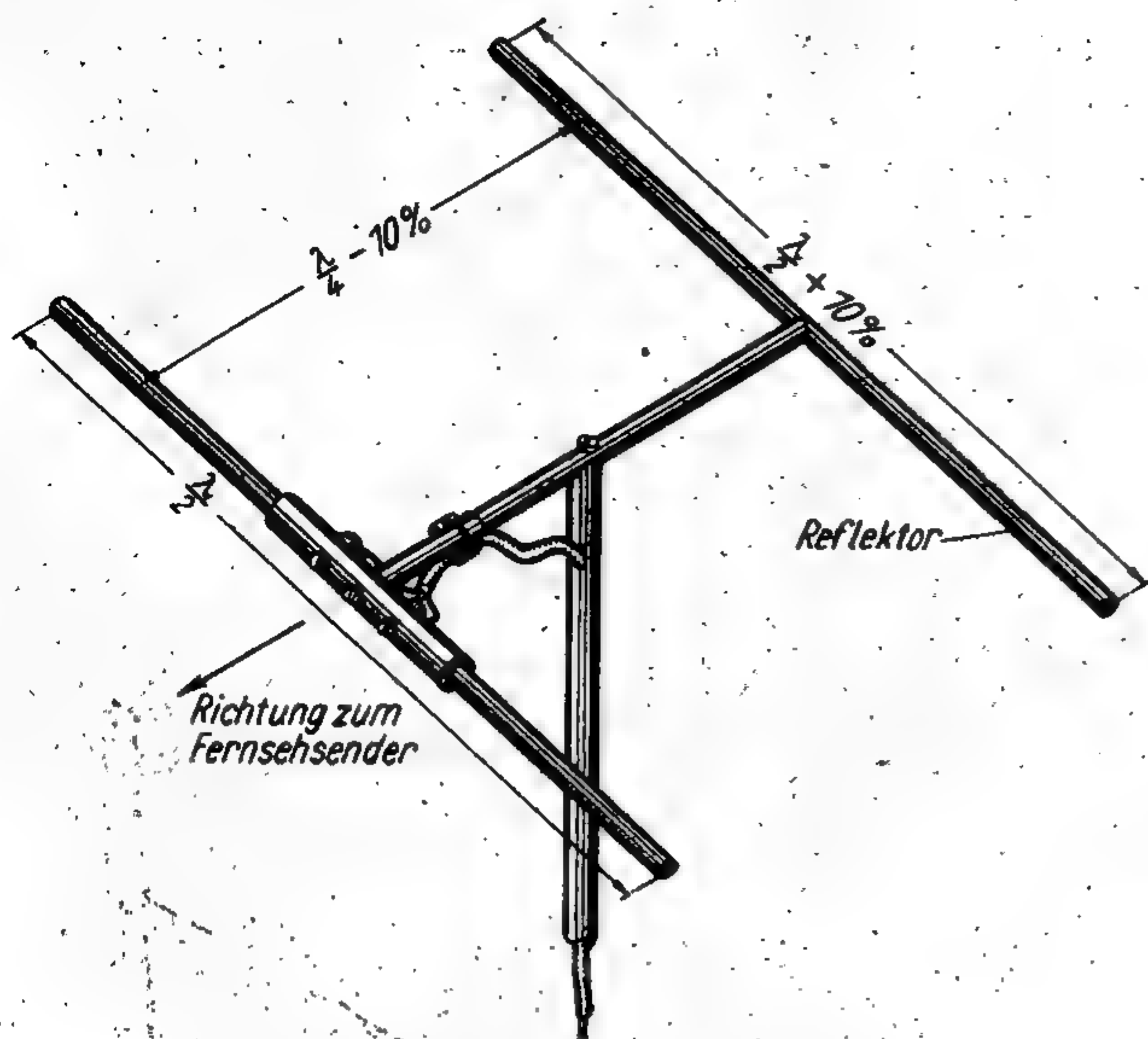


Bild 47. Richtantenne mit Reflektor

auch die Spannung des an den Empfänger geführten Signals ungefähr 1,41 mal. Diese Richtantennen haben allerdings ein engeres Frequenzband. Dadurch wird in einer Antenne, die für den Empfang nur eines Kanals berechnet ist, die Zahl der Direktoren auf 1 bis 2 beschränkt.

Wenn die Antenne für den Empfang von zwei bis drei Kanälen berechnet ist, wendet man nur einen Reflektor an.

Die Richtantennen vergrößern nicht nur die Spannung des Sendersignals, sondern vermindern auch die Spannung jener Störungssignale

oder reflektierten Signale, deren Richtung nicht mit der Richtung des Sendersignals zusammenfällt.

Wenn die Senderantenne nicht direkt sichtbar ist, kann das direkte Signal dem reflektierten gleich oder sogar schwächer sein.

Auf dem Bildschirm des Fernsehempfängers sind in diesem Falle zwei gegen einander etwas verschobene Bilder zu sehen. Die Anwendung einer Richtantenne verringert die Doppelkonturen des Bildes wesentlich.

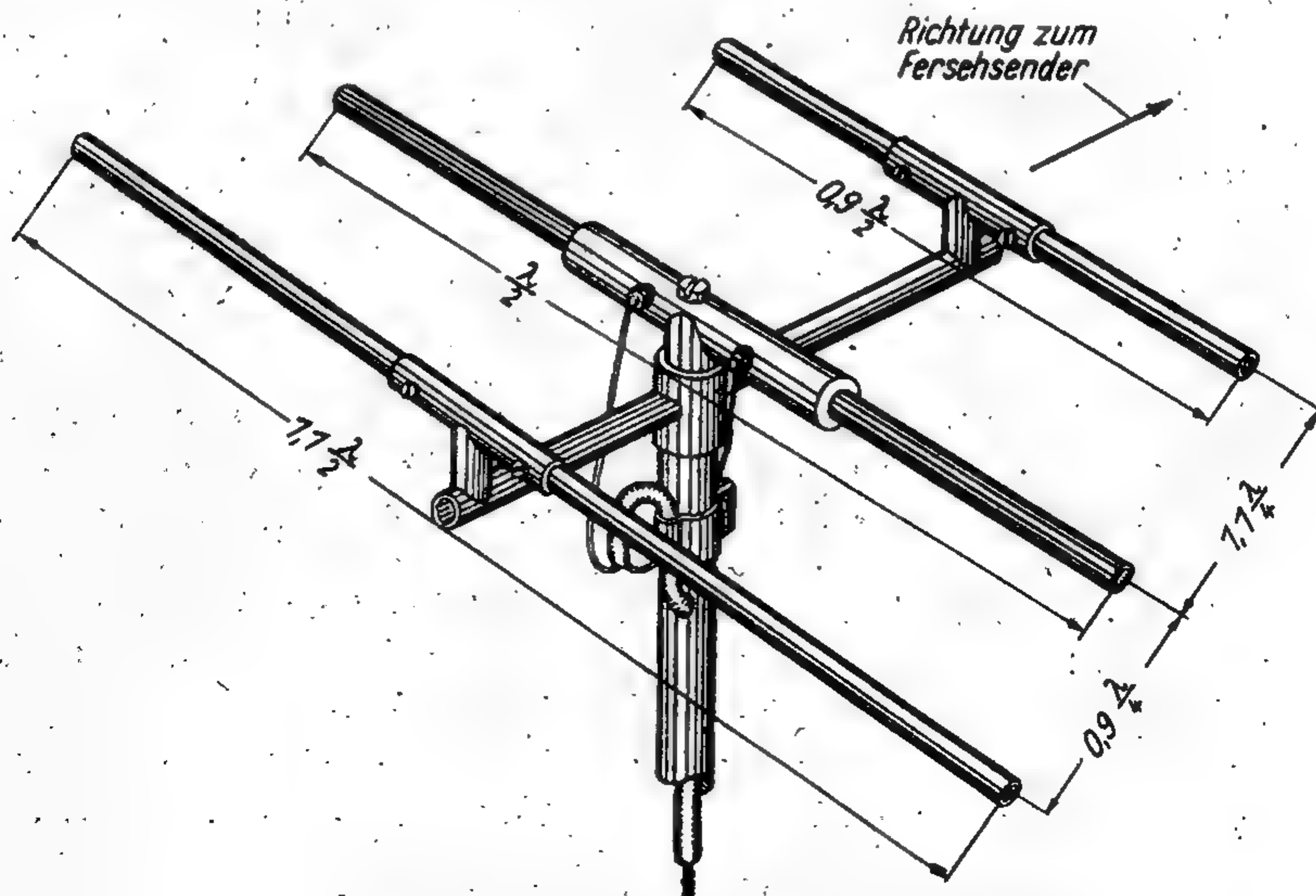


Bild 48. Richtantenne mit Reflektor und Direktor

Die Bilder 47 und 48 zeigen Richtantennen mit Reflektor und mit Direktor und Reflektor.

Alle beschriebenen Antennen sind für die Anwendung einer Antennenableitung mit einem Wellenwiderstand von $70 \dots 80 \Omega$ berechnet. Die Ableitung wird an die inneren Enden der Dipole angeschlossen. Bei Anwendung eines abgeschirmten Kabels werden zur Anpassung der symmetrischen Antenne an das nichtsymmetrische Kabel Anpassungsglieder verwandt, die eine Hälfte der Antenne mit der anderen verbinden. Das Anpassungsglied ist ein Leiter von einer solchen Länge, daß die Spannung an dessen Enden um 180° verschoben ist.

Als ein solches Anpassungsglied kann das Stück eines abgeschirmten Antennenkabels benutzt werden, das eine Länge von $\frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon}}$ haben muß, wobei ϵ die Dielektrizitätskonstante der Kabelisolation ist.

Die abgeschirmte Antennenableitung arbeitet auch dann gut, wenn man kein Anpassungsglied verwendet, sondern eins von den Dipolenden an die Ableitungsumflechtung anschließt.

Generatoren für Rechteckimpulse

Für die Prüfung von Bildempfängern benutzt man am besten einen Impuls-generator, der ununterbrochen Impulse von rechteckiger Form erzeugt. Die Erzeugung von genau rechteckigen Impulsen ist äußerst schwierig, aber für die Prüfung von Fernsehempfängern kann man mit Erfolg Impulse benutzen, deren Form nur angenähert rechteckig ist. Wir bringen unten die Beschreibung derartiger einfacher Generatoren von Rechteckimpulsen hoher (150 kHz) und niedriger (50 Hz) Frequenz, die für die Prüfung von Bildverstärkern vorgesehen sind.

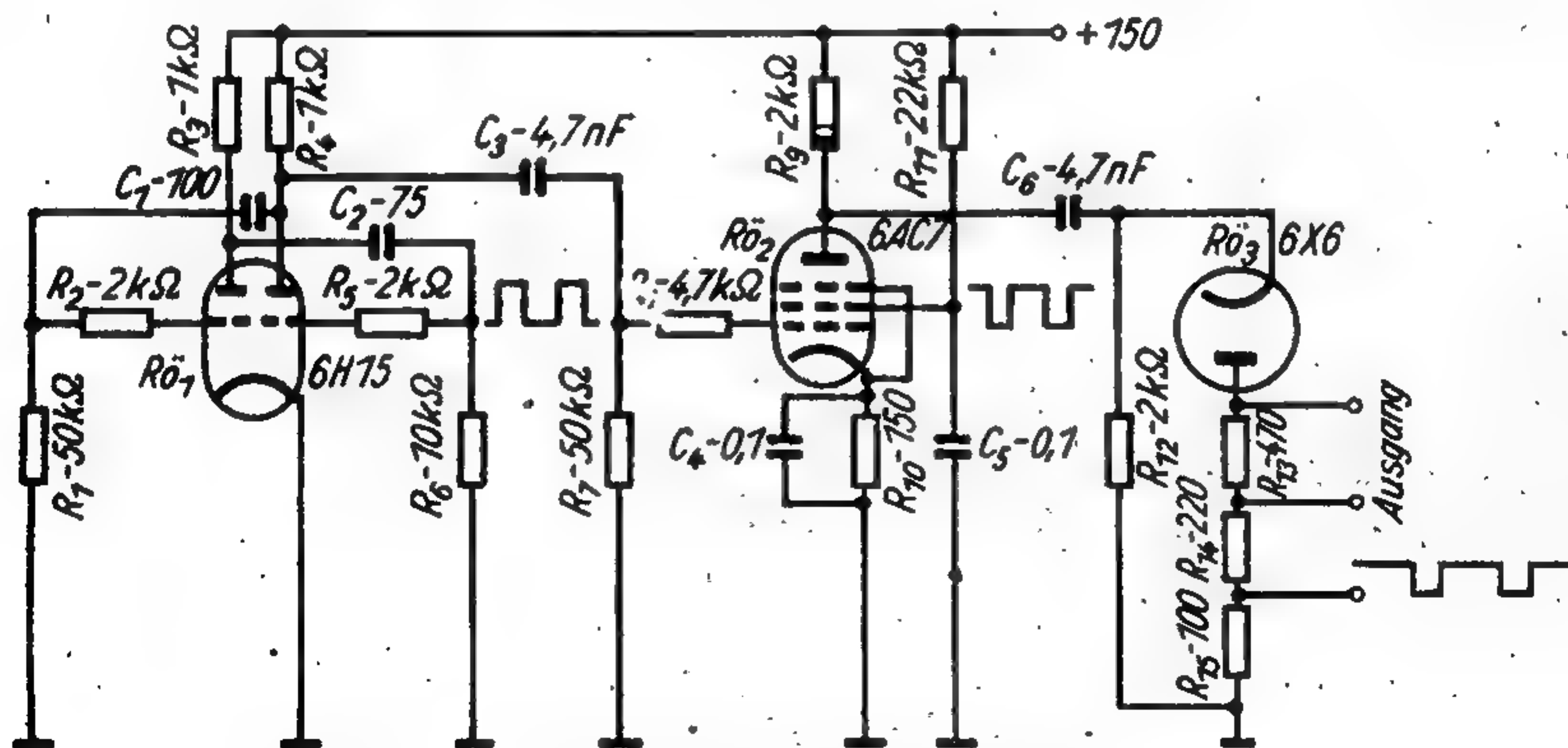


Bild 49. Schaltbild eines Impulsgenerators für 150 kHz

Die Generatoren können ein eigenes Gehäuse mit eigener Stromquelle haben oder auch auf besonderen Schaltbrettern im Fernsehempfänger untergebracht werden und mit diesem eine gemeinsame Stromquelle besitzen.

Generator für hochfrequente Rechteckimpulse. Bild 49 gibt das Schaltbild eines Generators für Rechteckimpulse mit einer Frequenz von ungefähr 150 kHz wieder. Der Generator besteht aus einem Multivibrator, dessen Röhre $Rö_1$, eine Miniaturdoppeltriode 6J6 ist, aus einem Verstärker, einem Impulsbegrenzer mit der Röhre $Rö_2$ (6AC7) und einem Begrenzer mit der Röhre $Rö_3$ (6X6).

Der Multivibrator erzeugt die Impulse von der nötigen Frequenz. Zur Erzeugung einer steilen Impulsstirn sind die Widerstände (R_1 und R_2) des Multivibrators klein. Der Multivibrator ist unsymmetrisch. Dauer und Form der vom Generator erzeugten Impulse läßt Bild 31 erkennen. Die Dauer der Multivibratorimpulse ist abhängig von der Frequenz, auf der der Generator arbeitet; das spielt aber keine besondere Rolle, die Impulsdauer könnte genausogut gleich groß sein.

Die Impulsspannung wird dem Widerstand R_4 entnommen und der Röhre $Rö_2$ zugeleitet, die als Begrenzer und Verstärker dient. Mit Hilfe der Gitterströme der Röhre $Rö_2$ werden die positiven Impulse, die eine geringe Amplitude haben, teilweise beschnitten und flacher gemacht.

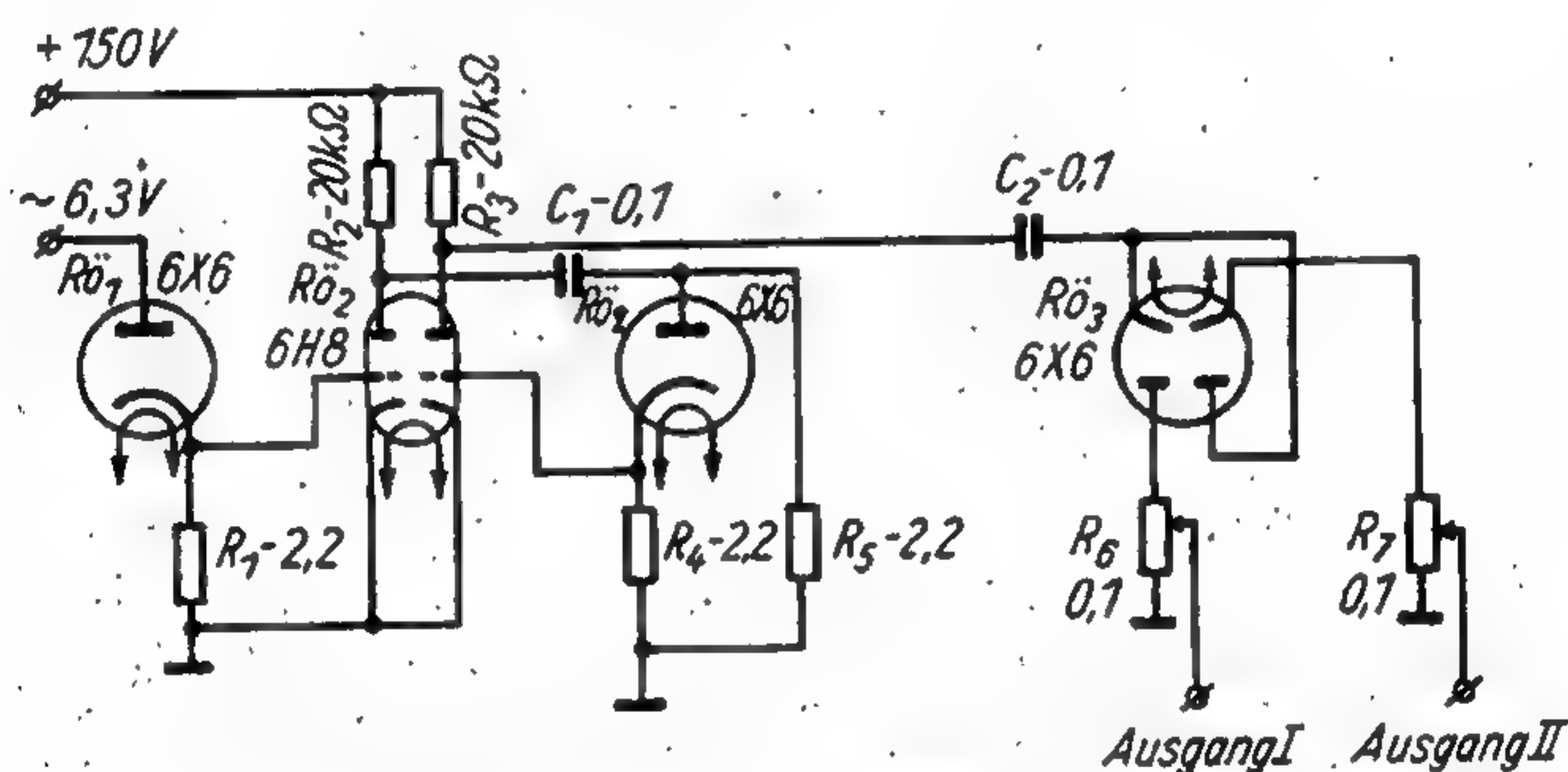


Bild 50. Schaltbild eines Impulsgenerators für 50 kHz

Vom Anodenstromkreis werden die Impulse dem Diodenbegrenzer zugeführt. Hier werden sie mit den Diodenströmen auf der anderen Seite beschnitten (auf der Seite der breiteren Impulse). Die gegenüber Erde negativen Impulse werden auf den Widerständen R_{13} , R_{14} , R_{15} abgeteilt und können in der erhaltenen Form vom Ausgang unmittelbar an das Gitter des Bildverstärkers herangeführt werden. Da die Impulse eine negative Spannung haben, so braucht man der Ausgangsröhre des Bildverstärkers keine negative Vorspannung zuzuführen.

Beim Prüfen des Bildverstärkers muß die Impulsamplitude am Eingang einen solchen Wert haben, daß die Ausgangsspannung 20...30 V nicht übersteigt. Die Größe des Ausgangssignals kann notfalls durch geeignete Wahl der Widerstände R_{13} , R_{14} , R_{15} des Spannungsteilers geändert werden. Muß man die Ausgangsamplitude des Signals verkleinern, so geschieht dies besser durch Verringerung der Anodenbelastung R_1 der Röhre $Rö_1$ auf 500...1000 Ω .

Generator für niederfrequente Rechteckimpulse. Das Schaltbild eines Generators rechteckiger Impulse niedriger Frequenz ist in Bild 50 gegeben. Der Generator besteht aus einem Verstärker, der zwei Stufen mit der Röhre

6H8 (Rö₂) enthält, und zwei Spannungsbegrenzer für 6,3 V (50 Hz), die mit den Röhren 6X6 (Rö₁ u. Rö₃) arbeiten.

Die Spannung von 6,3 V wird vom Heizstromkreis der Röhren über eine Diode der Röhre Rö₁ zum Gitter der linken Triode der Röhre Rö₂ geleitet. Infolge der Gleichrichtung durch die Diode gelangt zum Gitter der linken Triode nur die negative Halbwelle der Wechselspannung. Die im Anodenstromkreis abgeteilten verstärkten Signale leitet man über die zweite Diode der Röhre Rö₁ so an das Gitter der rechten Triode, daß an das Röhrengitter erneut nur die negative Halbwelle der Signale gelangt. Im Anodenstromkreis der rechten Triode werden dadurch rechtwinklige Impulse der verlangten Form mit einer Frequenz von 50 Hz erzeugt. Darauf führt man diese Impulse zur Diode Rö₃, von deren Ausgang man sowohl negative (vom Ausgang I) als auch positive (vom Ausgang II) Spannungen entnehmen kann. Eine dieser Spannungen wird der Prüfschaltung zugeleitet.

Die Anwendung von Diodenbegrenzern in den Gitterkreisen der Verstärkerröhren verbessert die Form der erzeugten Impulse wesentlich, da sie symmetrischer werden.

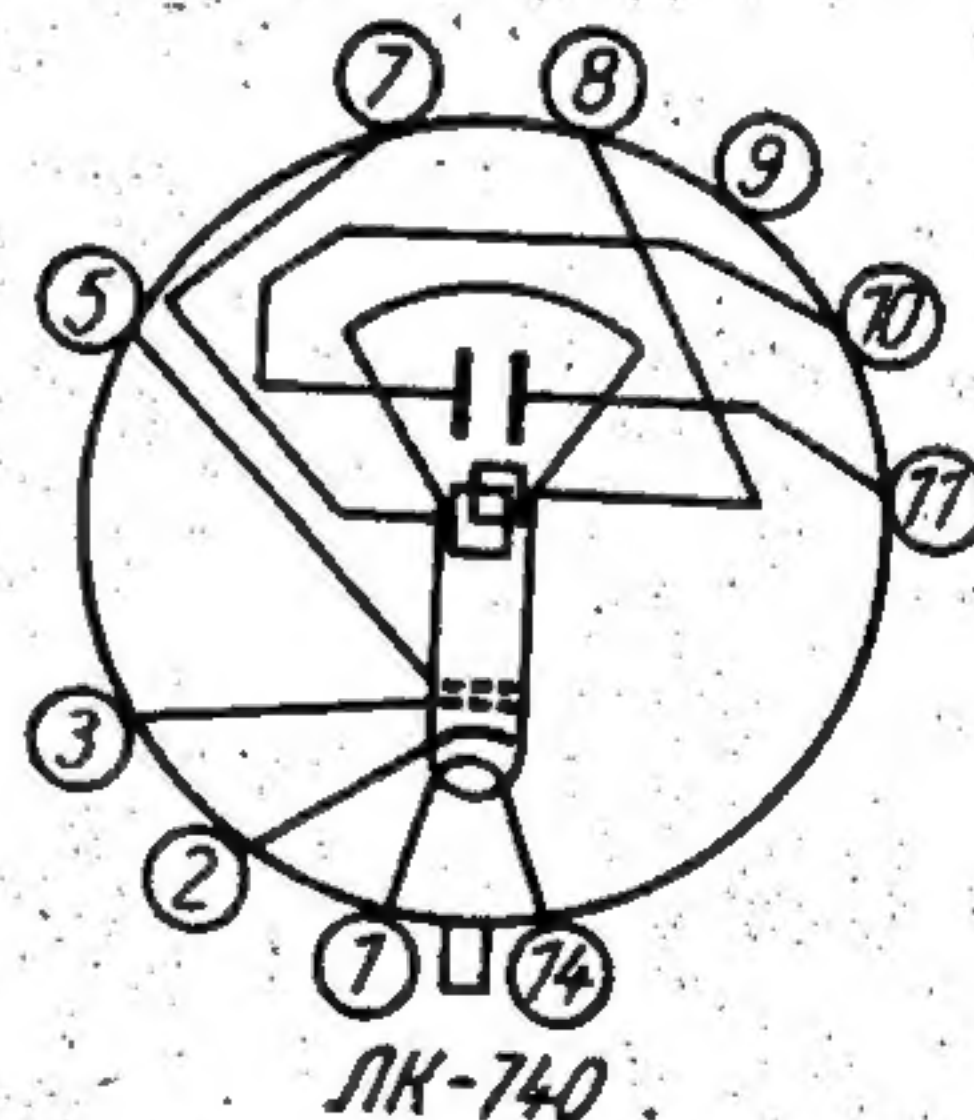
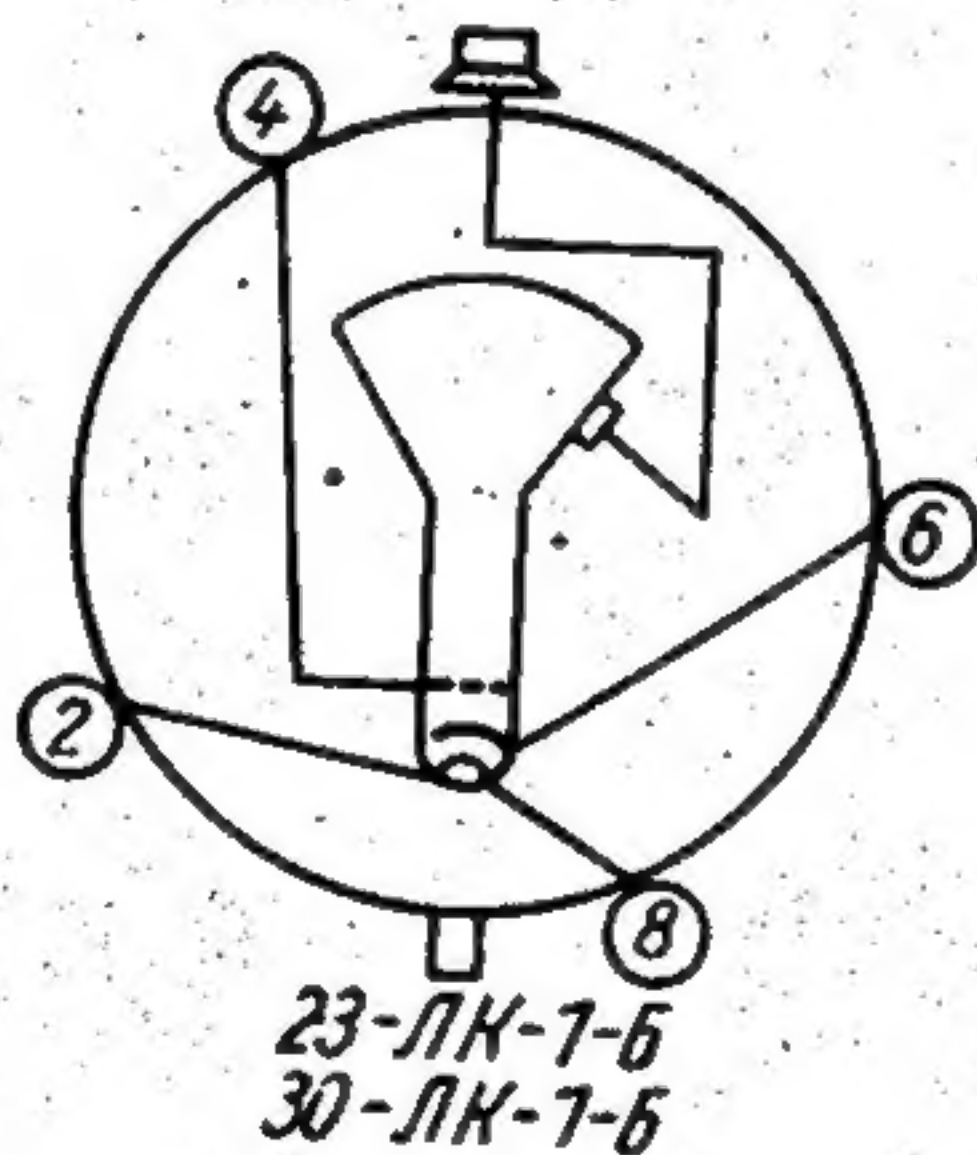
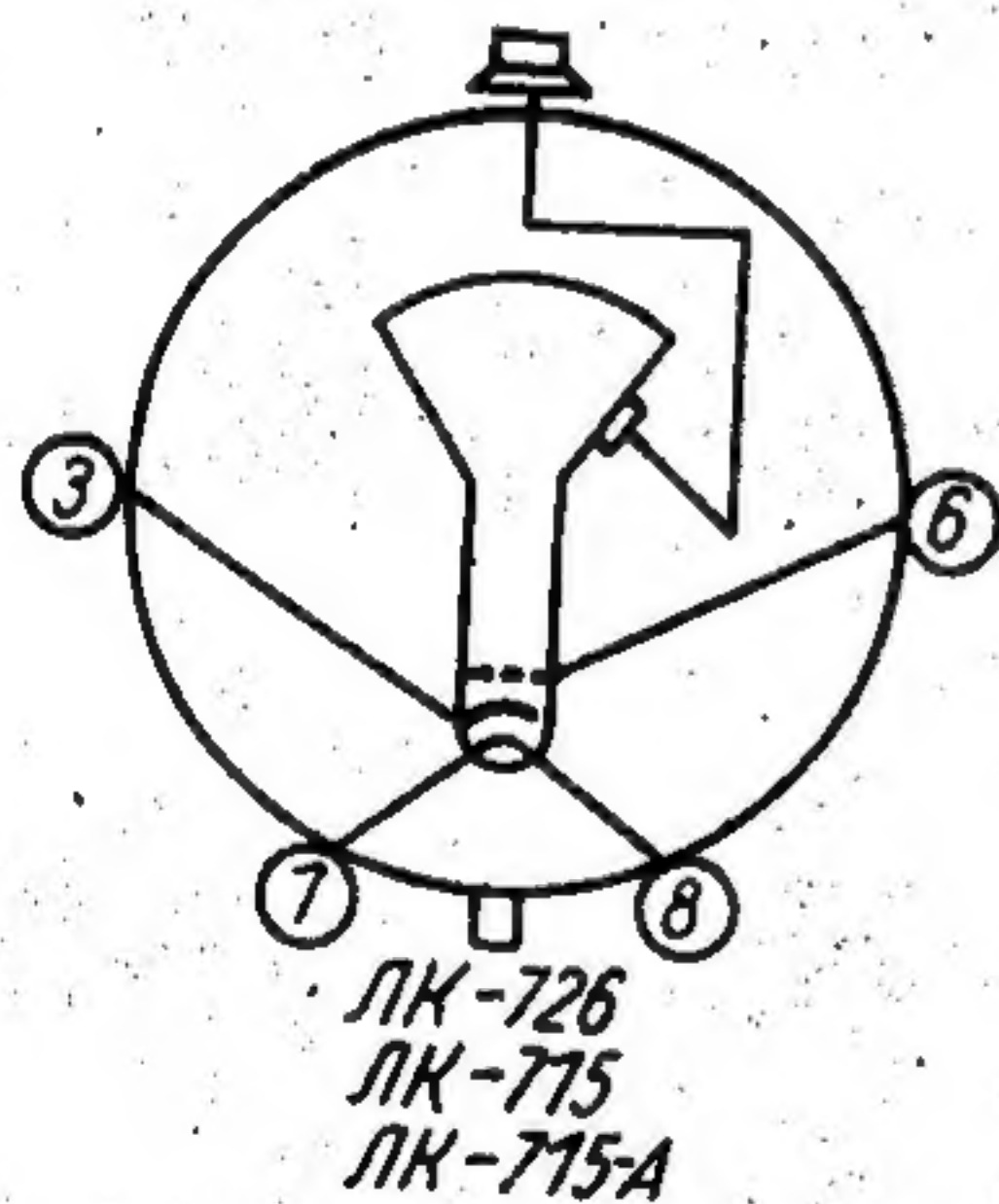
Daten einiger in Fernsehgeräten verwendeter Röhren

Bezeichnung	Deutsche Bezeichnung ¹⁾	Typ und Verwendungszweck	Heizspannung	Heizstrom	Anoden- spannung	Schirm- gitter- spannung	Steuer- gitter- spannung	Anoden- strom	Schirm- gitter- strom	Steil- heit	Ver- stär- kungs- faktor	Innerer Wider- stand	Ein- gangs- kapa- zität	Aus- gangs- kapa- zität	Kapaz. zwich. Anode und Steuer- gitter
			V	A	V	V	V	mA	mA	mA/V		k Ω	pF	pF	pF
6AB7	6AB7	Fernsehpentode	6,3	0,45	300	200	—3	12,5	3,2	5,0	3500	700	8,0	5,0	0,015
6AC7	6AC7	Fernsehpentode	6,3	0,45	300	150	—2	10,0	2,5	9,0	6750	750	11,0	5,0	0,015
6AH5	6AJ5	HF-Pentode (Miniaturreöhre)	6,3	0,3	125	125	$R_k = 100\Omega$	7,2	2,1	5,1	—	500	6,5	1,8	0,025
6AG7	6AG7	Fernsehpentode	6,3	0,65	300	150	—3	30,0	7,0	11,0	—	130	13	7,5	0,06
6AK5	6AK5	HF-Pentode (Miniaturreöhre)	6,3	0,175	150	150	—2	7,0	2,2	4,3	—	420	4	2,8	0,02
6K7	6K7	HF-Pentode (Regelröhre)	6,3	0,3	250	100	—3	7,0	1,7	1,5	1200	800	7	12	0,005
6H7		HF-Pentode	6,3	0,3	250	100	—3	2,0	0,5	1,2	—	1000	7	12	0,005
6SK7	6SK7	HF-Pentode (Regelröhre)	6,3	0,3	250	100	—3	9,2	2,4	2,0	1600	800	6	7	0,003
6SJ7	6SJ7	HF-Pentode	6,3	0,3	250	100	—3	2,9	0,9	1,6	2500	1500	6	7	0,003
6SH7	6SH7	HF-Pentode	6,3	0,3	250	150	—1	10,8	4,1	4,9	—	900	8,5	7	0,03
6J6	6J6	HF-Duotriode (Miniaturreöhre)	6,3	0,45	100	—	$R_k = 50\Omega$	8,5	—	5,3	38	7,1	2,2	0,4	1,6
6H7	6N7 Metall- auf.	Duotriode	6,3	0,8	250	—	—5	6,0	—	3,1	35	11,3	—	—	2,4
6H8	6SN7	Duotriode	6,3	0,6	250	—	—8	9,0	—	2,6	20	7,7	4,0	4,0	1,2
6H9	6SL7	Duotriode	6,3	0,3	250	—	—2	2,3	—	1,6	70	44,0	2,9	3,8	2,8
6J5	6J5	Triode	6,3	0,3	250	—	—8	9,0	—	2,6	20	7,7	4,0	4,0	1,2

¹⁾ Die deutschen Röhrenbezeichnungen wurden vom deutschen Verlag eingefügt

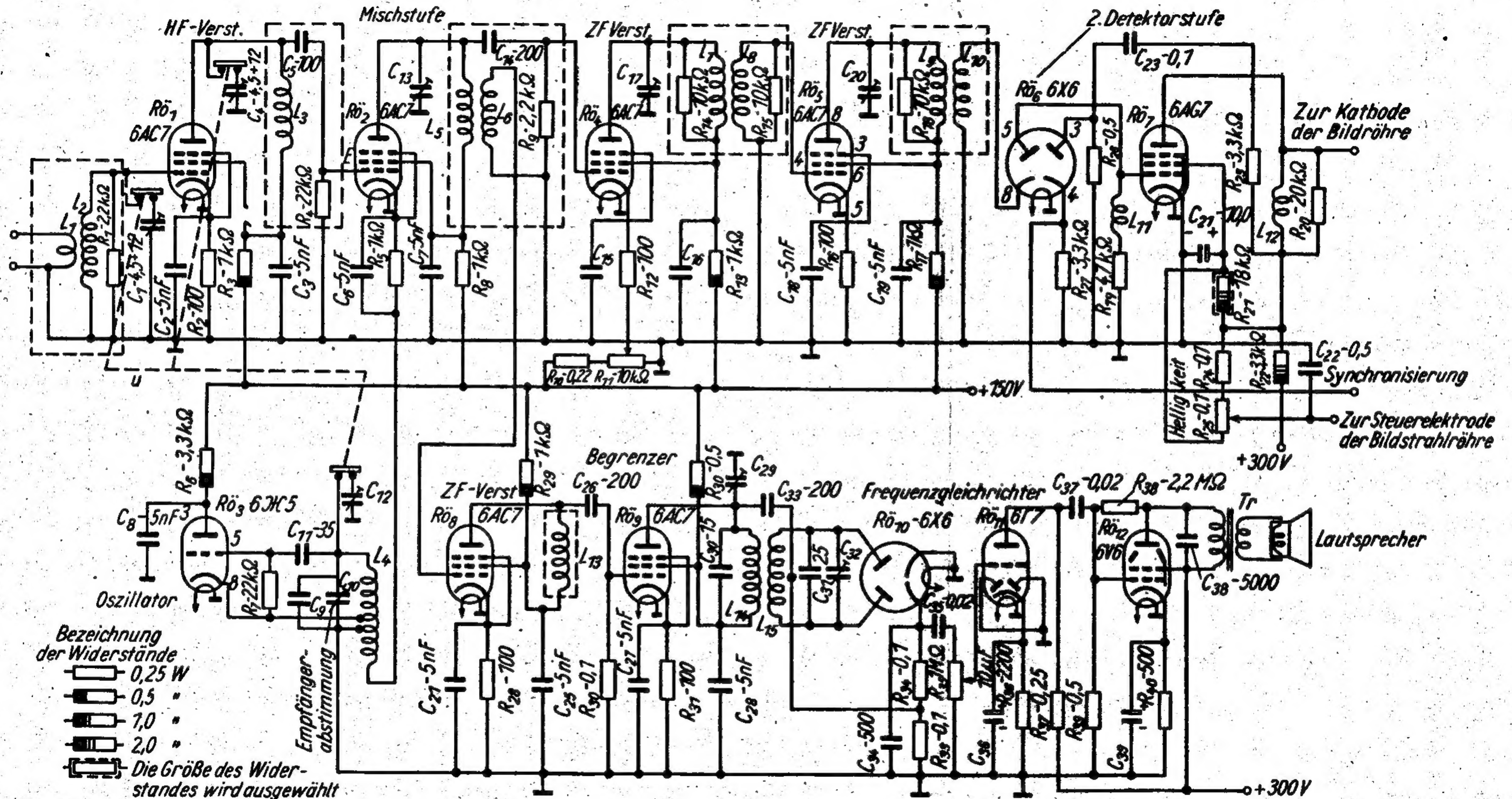
Daten und Sockelung von Kathodenstrahlröhren

Sowj. Bezeichnung	R ö h r e n t y p e n				
	ЛК-726 ЛК-715	ЛК-715А	23-ЛК1Б	30ЛК-1Б	ЛК-740
Deutsche Bezeichnung ¹⁾	LK-726 LK-715	LK-715A	23LK-1B	30LK-1B	LK-740
1. Heizung:					
a) Spannung [V]	2,5	6,3	6,3	6,3	6,3
b) Strom [A]	2,1	0,6	0,47	0,47	0,6
2. Anodenspannung [V]	3500	4000	6000,	8000	1. Anode
		6000	8000	12000	2000
					2. Anode
					6000
3. Sperrspannung [V]	—20... —50	—20... —50	—30... —70	—30... —70	—70... —150
4. Effektive Modulations- spannung [V]	12	15	15	16	—
5. Hauptabmessungen:					
a) Halsdurchmesser [mm]	33,5	33,5	36	36	8
b) Schirmdurchmesser [mm]	172	172	230	300	170
c) Röhrenlänge [mm]	355	355	390	450	370
6. Eingangskapazität bei Modulation mittels der Kathode oder der Steuer- elektrode [pF]	10	10	10	10	10



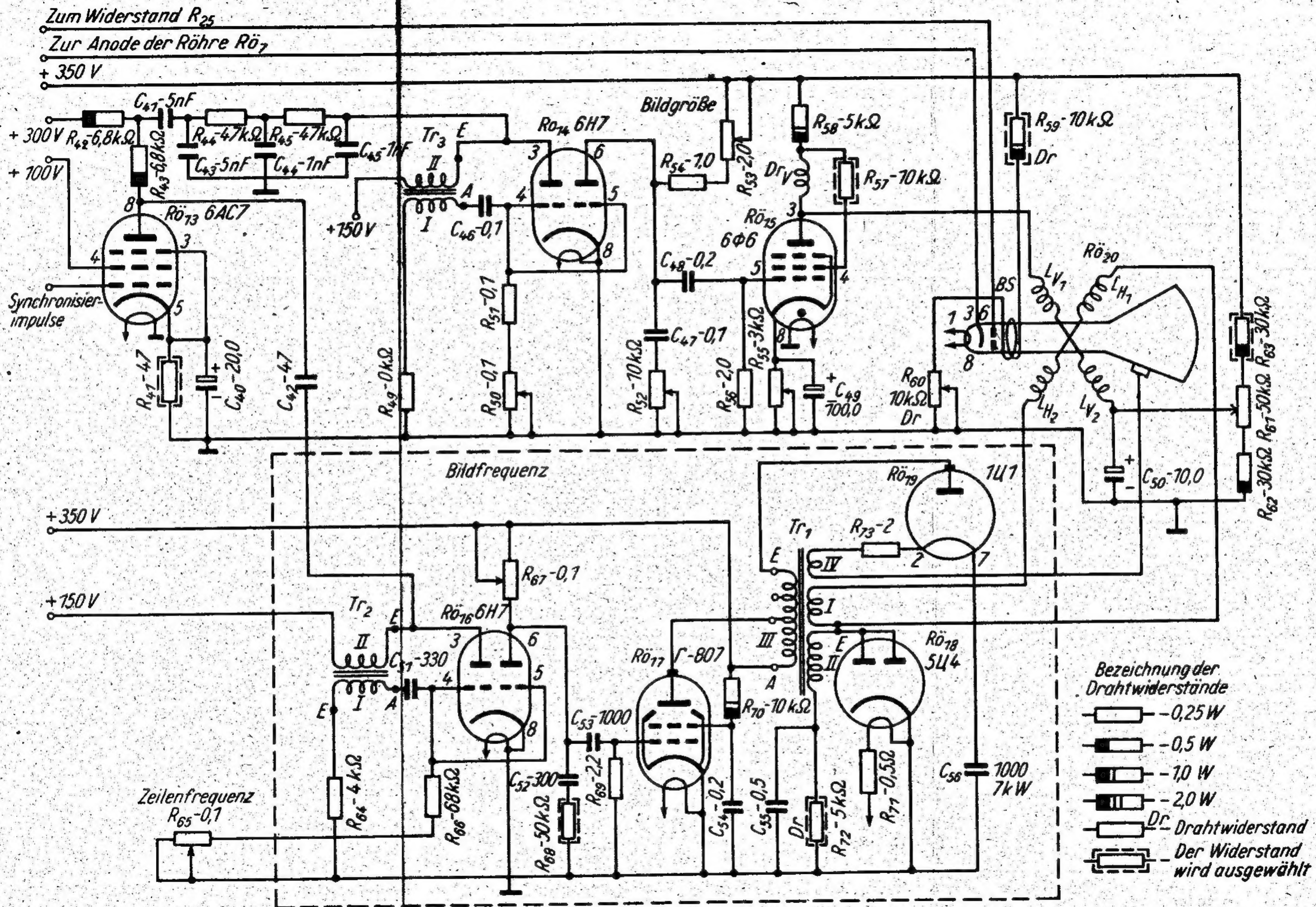
1) Die deutschen Röhrenbezeichnungen wurden vom deutschen Verlag eingefügt

TAFEL I



Schaltbild des Bild- und Tonempfängers des Fernsehgerätes LTK-9. Der Widerstand R_{11} hat einen Nennwert von 3300Ω . Die in Dezimalbrüchen angegebenen Werte sind Widerstände und Kapazitäten in Megohm und Mikrofarad

TAFEL II



Schaltbild des Verstärkers der Synchronisierimpulse und der Ablenkstufen des Fernsehempfängers LTK-9

Erstellt: Elmar Klinder 2024